

TUGAS AKHIR

FILTRASI BAKTERI DARI AIR TANAH DENGAN MEDIA PASIR BERLAPIS ALUMINIUM HIDROKSIDA $Al(OH)_3$

Disusun oleh :

FIRMAN ARDIYANTO

99.26.035



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

2005

REPUBLIC OF INDIA

THE AIR (REGULATIONS) ACT, 1988

AND

THE AIR (PREVENTION AND CONTROL OF POLLUTION) ACT, 1986

1988

INDIAN AIR ACT

1988



INDIAN AIR ACT

1988

INDIAN AIR ACT

1988

**Berita Acara Ujian Komprehensif Skripsi
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**

Dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Ujian Komprehensif Skripsi
Program Jenjang Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Lingkungan pada
tanggal 2 April 2005

**FILTRASI BAKTERI DARI AIR TANAH
DENGAN MEDIA PASIR BERLAPIS ALUMINIUM HIDROKSIDA $Al(OH)_3$,**

Disusun oleh :

Firman Ardiyanto

99.26.035

Teknik Lingkungan

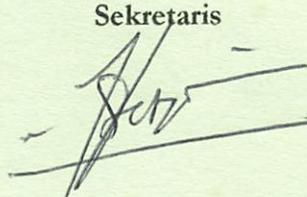
Majelis Penguji

Panitia Ujian Komprehensif Skripsi

Ketua

Sekretaris


Ir. Agustina Nurul Hidayati, MTP

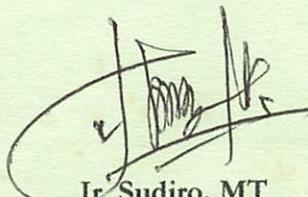

DR. Ir. Hery Setyobudiarso, MSi

Dewan Penguji

Penguji I

Penguji II


Ir. Raphael Sotang


Ir. Sudiro, MT

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan skripsi yang berjudul :

FILTRASI BAKTERI DARI AIR TANAH DENGAN MEDIA PASIR BERLAPIS ALUMINIUM HIDROKSIDA $Al(OH)_3$

Disusun oleh :

Firman Ardiyanto

99.26.035

Dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Ujian Komprehensif Skripsi
Program Jenjang Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, dan diterima untuk memenuhi
salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan
Pada tanggal 2 April 2005

Malang, 6 April 2005

Mengetahui,

Majelis Penguji

Panitia Ujian Komprehensif Skripsi



Sekretaris

DR. Ir. Hery Setyobudiarso, MSi

Dewan Penguji

Penguji I

Ir. Raphael Sotang

Penguji II

Sudiro, ST, MT

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Ucapan terima kasih ku persembahkan kepada:

Allah SWT

Hanya dengan izin dan hidayah-mu, hambamu ini dapat menyelesaikan tugas akhir. Dengan selesainya tugas akhir ini hambamu memohon agar mendapatkan jalan suci-Mu.

Bapak dan Ibu ku tercinta

Dengan do'a dan segala yang engkau berikan akhirnya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga Allah SWT memberikan kesehatan, rizki, keselamatan (dunia dan akhirat) dan semua yang terbaik untuk engkau.

Adikku

Semua bantuan yang kau berikan, semoga Allah SWT memberikan kemudahan-kemudahan dan semoga kita dapat membahagiakan orang tua selamanya.

Keluarga di Sidoarjo

Om Man&Tante Tanti(makasih semangat&solusinya), Om Nonot&Tante Yun(makasih buanyak), Mbah Kakung(Alm)&Mbah Putri(makasih do'a nya), Semua saudara-saudaraku di Sidoarjo.

Teman-teman di T. Lingkungan

Zanthos (Kita tetap keluarga, Bung), Latif(mana filmnya?), Bagus(tetap berusaha dan do'a, bisa Bung), Anton(ntar juga lulus kok, berusaha terus!), Bayu(cepat bikin anak), Zulfan(makasih semuanya Bung, udah jadi bapak nih), Khardian(akhirnya kita lulus juga), Mas Dwi(sabar sam terus berusaha pasti berhasil), Lionk(aku takut ama yupi), Yetty(tante ku), Elly(sabar&aku do'akan cepet lulus), Puma(makasih, makasih), Dini(cepat lulus ya), Evy(cepat lulus juga ya), Ririn(udah jadi ibu nih), Yuni(makasih besinya), Ira(makasih), Miqdar(udah kerja nih), Lilik(cepat nikah), Ayu(makasih), julaiha(cepat lulus ya), dan semua teman di T. Lingkungan semoga Allah SWT memberikan kemudahan untuk kalian semua.

Anak di 999

Ridho&Yuni(sahabatku!!!), Agus(cepat lulus ya), Dodik(makasih), Mas Ari(mana vitaminnya), Thasin(rival PS), Ahong(daftar MNI biar gak diejekin terus), Mas Mul(makasih), Opan(ngopiiii!), Syarif, Dadang, Sofyan, Edo, Deky, Yudi, Bos Andi, Kirdun, Yusuf, Anto makasih masukan semangat dan lelucon kalian.

Teman-teman TL semua angkatan yang nggak bisa disebutin satu-satu

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

LEMBAR PERSETUJUAN

FILTRASI BAKTERI DARI AIR TANAH
DENGAN MEDIA PASIR BERLAPIS ALUMINIUM HIDROKSIDA $Al(OH)_3$

SKRIPSI

Disusun oleh :

Firman Ardiyanto

99.26.035

Diperiksa dan Disetujui,

Pembimbing I



DR.Ir. Hery Setyobudiarso, MSi

Pembimbing II



Evy Hendriarianti, ST, MMT

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



DR.Ir. Hery Setyobudiarso, MSi

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

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Filtrasi Bakteri Dari Air Tanah Dengan Media Pasir Berlapis Aluminium Hidroksida $Al(OH)_3$ ” ini dengan baik. Skripsi untuk memenuhi persyaratan di dalam memperoleh gelar sarjana S-1 bagi mahasiswa Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Perlu dimaklumi bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna apalagi sebutan baik, namun skripsi ini merupakan usaha maksimal sesuai dengan kemampuan yang dimiliki oleh penulis.

Dalam penyelesaian skripsi ini banyak ditopang dan dibantu oleh berbagai pihak, baik yang bersifat moral maupun materi. Oleh sebab itu, sudah sepantasnya dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak DR. Ir. Hery Setyobudiarso, MSi selaku ketua jurusan Teknik Lingkungan, ITN Malang dan selaku dosen pembimbing I skripsi yang telah membimbing dalam skripsi ini.
 2. Ibu Evy Hendriarianti, ST, MMT selaku dosen pembimbing II skripsi yang telah membimbing dalam skripsi ini.
 3. Bapak Sudiro, ST, MMT, Bapak Hardianto, ST, Ibu Anis A, ST, Bapak Bovi Villa S, ST selaku dosen pengajar Teknik Lingkungan.
 4. Bapak, Ibu, Adik dan keluarga tercinta yang telah banyak memberikan doa, bantuan dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
 5. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
- Semoga semua bantuan yang tak terhingga ini dibalas oleh Allah SWT dengan berlipat ganda.

“Tak Ada Gading Yang Tak Retak”, begitulah kata pepatah. Maka penyusun pun menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak guna kesempurnaan skripsi ini. Untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebagai informasi ilmu pengetahuan.

Malang, 28 Maret 2005

Penyusun

ABSTRACT

Ardiyanto, Firman. 2005. *Filtering Bacteria from Soil Water with Sand Media in Layer of Aluminum Hydroxide Al (OH)₃*. The Thesis, Environment Engineering. Institute of Technology National Malang. Counselor DR. Ir. Hery Setyobudiarso, MSi. Evy Hendriarianti, ST, MMT.

Key word: filtering, soil water, bacteria, sand, aluminum Hydroxide Al (OH)₃.

Filtering is a purification process, in which water was processed by being flown through pored media. During flowing through the media, water is getting increase in quality with decreasing material suspended, colloid, organism and changing in content of chemical. The bacteria in the water soil as long as not flow through yet filtering process far above from clean water quality standard. The cleaning water from bacteria and virus contents by filtering is difficult, for biocolloids carried negative content in the range of neutral pH, and most of filter media such as sand has also negative content as well. Layering by metal hydroxide in the filter media can make the surface of filter media has more electropositive so that able to bunch or pull the bacteria and viruses which have negative content. With this layering is able to increasing bacteria cleaner, viruses, and turbid of both water soil and water pollution.

Statistical analysis method is using the completely random planning with 3 repeating. Surveying was done in this research is bacteria *E. Coli* content by survey vary: the time of sinking in the sand media with aluminum hydroxide Al (OH)₃, the concentrate of aluminum hydroxide Al (OH)₃, discharge of flowing.

Statistic test toward time sinking and concentration of Al(OH)₃ indicates the real different. Decreasing bacteria *E. Coli* in the most optimal in the time sinking was 60 minutes, concentration of Al (OH)₃ mol, and discharge of flowing 4 L/minutes with final concentration up to 0.737 MPN/100 ml from starting concentration is 11 MPN/100 ml, with bacteria *E. Coli* average concentration decreasing percentage reached 93.30%.

ABSTRAK

Ardiyanto, Firman. 2005. *Filtrasi Bakteri Dari Air Tanah Dengan Media Pasir Berlapis Aluminium Hidroksida Al(OH)₃*. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Nasional Malang. Pembimbing DR. Ir. Hery. Setyobudiarso, Msi. Evy. Hendriarianti, ST, MMT.

Kata kunci : Filtrasi, air tanah, bakteri, pasir, Aluminium Hidroksida Al(OH)₃.

Filtrasi adalah proses purifikasi, dimana air diolah dengan dilewatkan melalui media berpori. Selama melewati media, air mengalami peningkatan kualitas dengan adanya penurunan materi tersuspensi, koloid, organisme dan perubahan kandungan zat-zat kimia. Bakteri pada air tanah selama belum melalui proses filtrasi berada jauh diatas baku mutu air bersih. Pembersihan air dari kandungan bakteri dan virus dengan filtrasi adalah sulit, karena biokoloid-biokoloid ini membawa muatan negatif pada range pH netral, dan kebanyakan media penyaring seperti pasir juga bermuatan negatif. Pelapisan dengan hidroksida logam pada media penyaring dapat membuat permukaan dari media penyaring lebih elektropositif sehingga dapat mengikat atau menarik bakteri dan virus yang bermuatan negatif. Dengan pelapisan ini dapat mempertinggi pembersihan bakteri, virus dan kekeruhan dari air tanah maupun air limbah.

Metode analisa statistik yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 ulangan. Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah kandungan bakteri *E. Coli* dengan variasi pengamatan : waktu perendaman media pasir dengan Aluminium Hidroksida Al(OH)₃, konsentrasi Aluminium Hidroksida Al(OH)₃, debit aliran.

Uji statistik terhadap waktu perendaman dan konsentrasi Al(OH)₃ menunjukkan beda nyata, sedangkan debit tidak menunjukkan beda nyata. Penurunan bakteri yang paling optimal terdapat pada waktu perendaman 60 menit, konsentrasi Al(OH)₃ 0,09 mol, dan debit aliran 4 L/menit dengan konsentrasi akhir sampai 0,737 MPN/100 mL dari konsentrasi awal 11 MPN/100 ml, dengan persentase penurunan konsentrasi rata-rata bakteri mencapai 93,30 %.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAKSI	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Hipotesis	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Ruang Lingkup	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Air Tanah	4
2.1.1 Air Tanah Dangkal	5
2.1.2 Air Tanah Dalam	5
2.1.3 Mata Air	6
2.2 Mikroba Air	6
2.2.1 Pada Air Jernih	6
2.2.2 Pada Air Kotor/Tercemar	7
2.3 Bakteri	8
2.4 Filtrasi	9
2.5 Adsorpsi	11
2.6 Karakteristik Pasir	12
2.7 Aluminium Hidroksida Al(OH) ₃	13

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir	15
3.2 Rancangan Percobaan Alat Filtrasi	16
3.2.1 Pembuatan Alat Filtrasi	16
3.2.2 Variabel Penelitian	17
3.2.2.1 Variabel Terikat	17
3.2.2.2 Variabel Bebas	17
3.2.3 Pelaksanaan Penelitian	17
3.2.3.1 Tempat Penelitian	17
3.2.3.2 Waktu Penelitian	18
3.2.3.3 Pengambilan Sampel	18
3.2.3.4 Pelaksanaan Percobaan	18
3.3 Metode Analisa Parameter	18

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	20
4.2 Pembahasan	31

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	36

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelompok Bakteri yang Merugikan dan Menguntungkan	..... 8
Tabel 4.1 Konsentrasi Bakteri <i>E. Coli</i> Awal dan Akhir Proses Filtrasi	..... 20
Tabel 4.2 Persentase Penurunan Konsentrasi dan Konsentrasi rata-rata	..... 21
Tabel 4.3 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Persentase Penurunan Bakteri <i>E. Coli</i>	..... 24
Tabel 4.4 Tabel Uji Duncan Persentase Penurunan Bakteri <i>E. Coli</i>	..... 25
Tabel 4.5 Tabel Korelasi Antara Persentase Penurunan Bakteri <i>E. Coli</i> dengan Waktu Perendaman (menit), Konsentrasi $\text{Al}(\text{OH})_3$ (mol) dan Debit (L/menit)	..... 27
Tabel 4.6 Nilai R dan R Square	..... 29
Tabel 4.7 Hasil Uji Regresi ANOVA	..... 30
Tabel 4.8 Persamaan Regresi	..... 30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	.....	15
Gambar 3.2 Alat Filtrasi	.....	16
Gambar 4.1 Konsentrasi Akhir Rata-Rata	.....	22
Gambar 4.2 Persentase Penurunan Rata-Rata Bakteri E. Coli Air Tanah	....	23

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I. BAHAN DAN ALAT

1.1 Bahan

1.2 Alat-Alat

LAMPIRAN II. PROSEDUR PENELITIAN

2.1 Pengambilan Sampel

2.2 Pelaksanaan Penelitian

2.3 Pelaksanaan Analisa

2.3.1 Sterilisasi

2.3.2 Persiapan Sampel

2.3.3 Analisa Sampel

LAMPIRAN III. PROSEDUR ANALISA *E. COLI* MENGGUNAKAN METODE MPN

3.1 Pembuatan Media

3.2 Persiapan Sampel

3.3 Tes Pendugaan

3.4 Tes Penegasan

3.5 Perhitungan Nilai MPN

LAMPIRAN IV. PERHITUNGAN KONSENTRASI $Al_2(SO_4)_3$ DAN NH_4OH

LAMPIRAN V. PERHITUNGAN PERSENTASE (%) PENURUNAN BAKTERI *E. COLI*

LAMPIRAN VI. DOKUMENTASI

LAMPIRAN VII. ANALISA DATA

BAB I

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah materi esensial di dalam kehidupan. Tidak ada satu makhluk hidup di dunia ini yang tidak membutuhkan air. Sel hidup misalnya, baik tumbuh-tumbuhan ataupun hewan sebagian besar tersusun oleh air yaitu dari 75 % isi sel tumbuh-tumbuhan atau lebih dari 67 % isi sel hewan tersusun oleh air.

Kebutuhan air untuk keperluan sehari-hari, berbeda untuk tiap tempat dan tiap tingkat kehidupan. Semakin tinggi taraf kehidupan, maka semakin meningkat pula jumlah kebutuhannya.

Tetapi di dalam air terkandung suatu kehidupan yang mempunyai bentuk dan sifat berbeda dengan kehidupan di tempat lain, inilah masalah yang belum banyak dibicarakan. Khususnya untuk kehidupan dari sekelompok jasad hidup yang termasuk mikroba (jasad renik, mikroorganisme) seperti bakteri, fungi, mikroalgae dan lain-lain. Kelompok-kelompok tersebut, kehadirannya di dalam air ada yang menguntungkan dan juga ada yang merugikan (*Unus Suriawiria, 1996*).

Untuk mengatasi permasalahan yang ada perlu adanya upaya pengendalian kualitas air tanah terhadap kandungan bakteri dengan menggunakan proses filtrasi. Suatu metode filtrasi dengan biaya rendah yaitu menggunakan media pasir berlapis Aluminium Hidroksida $Al(OH)_3$. Pengoperasian dan pembuatan media pengolahan ini tidak terlalu rumit, sehingga jenis pengolahan ini cocok sekali digunakan pada masyarakat umum.

Melalui penelitian tentang filtrasi dengan menggunakan pasir berlapis Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ diharapkan dapat mengurangi kandungan bakteri pada air tanah dan merupakan salah satu pengolahan alternatif dalam penurunan bakteri pada air tanah.

1.2 Perumusan Masalah

- Bagaimana kemampuan pasir berlapis Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ untuk menurunkan bakteri pada air tanah.
- Berapa lama waktu perendaman Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang paling optimum dalam melapisi media pasir.
- Berapa debit aliran optimum yang mampu diolah oleh media pasir berlapis Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$.
- Berapa konsentrasi Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang paling optimum dalam mengolah air tanah yang mengandung bakteri.

1.3 Hipotesis

Filtrasi dengan menggunakan media pasir berlapis Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ dapat menurunkan kadar bakteri *E. Coli* pada air tanah.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kemampuan media pasir berlapis Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ dalam menurunkan kandungan bakteri *E. Coli* pada air tanah.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat bagi masyarakat pengguna air tanah karena hasil penelitian ini dapat memberikan alternatif pengolahan bakteri *E. Coli* pada air tanah dengan metode filtrasi menggunakan media pasir berlapis Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang mudah dan murah.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini meliputi :

1. Membuat alat filtrasi dalam skala laboratorium.
2. Melakukan percobaan untuk mengetahui penurunan bakteri *E. Coli* dengan pengaturan :
 - Variasi konsentrasi Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$.
 - Variasi debit aliran.
 - Variasi waktu perendaman media pasir dengan Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$.
3. Media penyaringan yang digunakan adalah pasir silika berlapis Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$.
4. Filtrasi dilakukan dengan aliran dari atas ke bawah (downflow).

BAB II

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Rumus kimia air adalah H_2O . Tetapi pada kenyataannya di alam, rumus tersebut menjadi $H_2O + X$, dimana X berbentuk karakteristik non biologis (bersifat mati). Untuk membuktikannya adalah dengan jalan melakukan pemeriksaan terhadap air secara laboratorium.

Pembersihan air dari partikel halus seperti bakteri dan virus dengan filtrasi adalah sulit, karena biokoloid-biokoloid ini membawa muatan negatif pada range pH netral, dan kebanyakan media penyaring seperti pasir juga bermuatan negatif. Pelapisan oleh hidroksida logam pada penyaring mempertinggi pembersihan bakteri, virus dan kekeruhan dari air dan air limbah. Fungsi utama dari pelapisan adalah untuk membuat permukaan dari media penyaring lebih elektropositif sehingga dapat mengikat/menarik bakteri dan virus yang bermuatan negatif (*Jien Chen. Steve Trusdail, 1998*).

2.1 Air Tanah

Pada umumnya kualitas air tanah cukup baik (tergantung pada lapisan keadaan tanah) dan sedikit dipengaruhi oleh perubahan musim. Air tanah dapat dibedakan menjadi 3, yaitu :

1. Air Tanah Dangkal.
2. Air Tanah Dalam.
3. Mata Air.

2.1.1 Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Pada lapisan ini partikel yang besar akan tertahan demikian pula dengan sebagian bakteri, tetapi pada lapisan ini masih banyak mengandung zat kimia (garam-garam terlarut) dan ion-ion logam karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah.

Lapisan tanah air dangkal berfungsi sebagai saringan. Di samping sebagai penyaring, pengotoran masih terus berlangsung terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah. Pengotoran terjadi pada saat air menemui lapisan rapat air, air akan terkumpul yaitu merupakan air tanah dangkal. Dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal. Sebagai sumber air minum, air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitas agak baik. Sedangkan kuantitasnya kurang baik karena tergantung pada musim.

2.1.2 Air Tanah Dalam

Air tanah dalam terdapat setelah lapisan rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam tidak semudah pada air tanah dangkal. Pengambilan harus dengan menggunakan alat berupa bor dengan kedalaman $\pm 100 - 300$ m.

Kualitas air tanah dalam pada umumnya lebih baik dari air tanah dangkal, karena penyaringannya lebih sempurna dan bakteri akan lebih berkurang. Susunan unsur-unsur kimia tergantung pada lapisan-lapisan tanah yang dilaluinya. Kualitas air tanah pada umumnya mencukupi (tergantung pada lapisan keadaan tanah) dan sedikit dipengaruhi oleh perubahan musim.

2.1.3 Mata Air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah, mata air hampir tidak dipengaruhi oleh musim. Kualitas dan kuantitasnya sama dengan keadaan air dalam. Berdasarkan keluarnya (munculnya air ke permukaan tanah) terbagi atas :

- Rembesan, dimana air keluar dari lereng-lereng.
- Umbul, dimana air keluar ke permukaan pada suatu dataran.

2.2 Mikroba Air

Kelompok-kelompok mikroba yang hidup di dalam air, seperti bakteri, fungi, mikroalgae, virus dan protozoa. Mikroba dapat hidup di dalam air, baik yang kita anggap jernih sampai air yang keadaannya sudah kotor atau tercemar, di dalamnya akan terkandung sejumlah kehidupan (*Unus Suriawiria, 1996*), yaitu :

2.2.1 Pada air yang jernih

Air yang berasal dari sumur, sumber mata air dan sebagainya, didalamnya terkandung bakteri, yaitu :

1. Kelompok bakteri besi (*Crenothrix dan Sphaerotillus*) yang mampu mengoksidasi senyawa ferro menjadi ferri. Akibat kehadirannya air sering berubah warna kalau disimpan lama yaitu warna kehitam-hitaman, ataupun kecoklat-coklatan.
2. Kelompok bakteri belerang (*Chromatium dan Thiobacillus*) yang mampu mereduksi senyawa sulfat menjadi H_2S . Akibatnya kalau disimpan lama akan tercium bau yang kurang sedap.

3. Kelompok mikroalga (*Mikroalga Biru dan Hijau*), sehingga kalau air disimpan lama di dalamnya akan nampak jasad-jasad yang berwarna hijau, biru ataupun kekuning-kuningan, tergantung pada jasad-jasad yang dominan serta lingkungan yang mempengaruhinya.

Kehadiran kelompok bakteri dan mikroalga di dalam air dapat mendatangkan kerugian. Antara lain dengan terjadinya penurunan turbiditas dan masalah lainnya, karena kelompok bakteri besi dan belerang dapat membentuk serat dan lendir. Efek yang terjadi adalah korosi (pengkaratan) terhadap logam, air menjadi berbau dan berubah warna.

2.2.2 Pada air kotor atau tercemar

Air selokan, air sungai atau air buangan di dalamnya akan didapati kelompok bakteri seperti pada air jernih, antara lain :

1. Kelompok patogen (penyebab penyakit) seperti penyakit tifus, paratifus, kolera dan disentri.
2. Kelompok bakteri pencemar, seperti bakteri golongan *E. Coli* yang kehadirannya di dalam air yang dikategorikan bahwa air tersebut terkena pencemar fecal (kotoran manusia), karena *E. Coli* berasal dari tinja atau kotoran manusia.
3. Kelompok bakteri racun, yang sering terjadi pada kasus keracunan bahan makanan (daging, ikan, sayuran) yang sering di daerah pemukiman yang kurang sehat.
4. Kelompok bakteri pengguna, yaitu kelompok lain dan bakteri yang mampu untuk mengurai senyawa-senyawa tertentu di dalam badan air.

Dikenal kelompok bakteri pengguna residu pestisida, pengguna residu minyak bumi, pengguna residu detergen (*Unus Suriawiria, 1996*).

2.3 Bakteri

Bakteri termasuk dalam bakteri kelompok mikroba. Umumnya uniseluler atau sel tunggal, tidak mempunyai klorofil, berkembang biak dengan pembelahan sel secara transversal atau biner. Hidup bebas secara kosmopolitan dimana-mana, khususnya di udara, di tanah, di dalam air, pada bahan makanan, pada tubuh manusia, hewan ataupun tanaman.

Sifat hidupnya secara umum adalah saprofilik pada sisa / buangan hewan ataupun tanaman yang sudah mati, tetapi banyak juga yang parasitik pada hewan, manusia dan tanaman dengan menyebabkan berbagai jenis penyakit.

Bakteri termasuk ke dalam divisi *Shcizopyta* yang termasuk ke dalam beberapa kelas, antara lain *Pseudomonadales*, *Chlamydoobacteriales*, *Eubacteriales*, *Actinomycetale*, *Spirochaetales*, dan *Rickettsiales*.

Beberapa contoh jenis yang bermanfaat ataupun merugikan dapat dilihat dalam tabel 2.1 :

Tabel 2.1 : Kelompok Bakteri Yang Merugikan Dan Menguntungkan

KELOMPOK/CONTOH JENIS	KETERANGAN
Menguntungkan :	
Nitrosomonas	Proses nitrifikasi
Nitrobacter	Penambat N ₂ di udara
Methanomonas methanica	Proses pembentukan gas bio
Thiobacillus denitrificans	Proses denitrifikasi
Cellvibrio vinalandi	Pengurai selulosa
Beijerinckia sp	Penambat N ₂ di udara
Rhizobium japonicum	Penambat N ₂ di udara
Lactobacillus plantarum	Proses pembuatan asam laktat
Lactobacillus bulgaricus	Proses pembuatan yogurt
Bacillus megaterium	Jasad pengetes biosel

Merugikan : Pseudomonas aeruginosa Vibrio cholerae Vibrio parahaemolyticus Escherichia coli Salmonella typhi Staphylococcus aureus Clostridium botulinum	Penghasil asam bongkrek Penyebab penyakit kolera Pembusuk, penghasil racun Pencemar Penyebab penyakit tipus Pembusuk Penghasil racun
--	--

(Sumber : Unus Suriawiria, 1996)

2.4. Filtrasi

Proses filtrasi merupakan bagian yang cukup penting dalam proses pengolahan air. Beberapa pengertian dari filtrasi disebutkan, antara lain :

- a. Filtrasi adalah proses purifikasi, dimana air diolah dengan dilewatkan melalui media berpori. Selama melewati media, air mengalami peningkatan kualitas dengan adanya penurunan materi tersuspensi, koloid, organisme dan perubahan kandungan zat-zat kimia.
- b. Filtrasi adalah suatu pemisahan padatan dari cairan, dimana cairan dilewatkan melalui media berpori untuk memisahkan zat padat tersuspensi halus (Reynold, 1981).

Ada beberapa macam jenis filter, antara lain :

- a. Filter aliran lambat dengan aliran upflow dan downflow (Slow Sand Filter).
- b. Filter aliran cepat (Rapid Sand Filter).
- c. Saringan hampa (Vacuum Filter).
- d. Saringan menggunakan sabuk tekanan (Belt Filter Press).

Dalam proses filtrasi ada beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi dari filtrasi itu sendiri untuk menyaring materi yang akan dihilangkan, diantaranya adalah :

a. Debit Filtrasi

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

b. Tinggi, ukuran dan bahan media

Efisiensi filter merupakan suatu fungsi karakteristik yang menyangkut porositas butiran, perbandingan tinggi media terhadap ukuran media.

c. Konsentrasi kekeruhan / jumlah bakteri

Konsentrasi kekeruhan / kandungan bakteri sangat berpengaruh pada efisiensi apabila kekeruhan atau kandungan bakteri pada air baku besar akan menyebabkan cepat tersumbatnya lubang pori dari media penyaring. Oleh karena itu untuk air baku yang mempunyai kekeruhan tinggi diperlukan pengolahan terlebih dahulu agar mencapai kisaran yang diperbolehkan antara 10 - 50 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*).

d. Tinggi muka air

Tinggi air berpengaruh terhadap besarnya debit atau tingkat filtrasi. Apabila tinggi muka air relatif besar maka tingkat filtrasi yang dibutuhkan juga besar.

Tinggi muka air akan menjadi naik apabila terjadi clogging di media penyaring pada saat kotor.

e. Suhu

Dengan adanya perubahan suhu air, maka massa jenis, viskositas absolut akan berubah hal ini akan berpengaruh pada kehilangan air dan efisiensi filter.

Suhunya yang baik berkisar antara 23°C - 25°C .

2.5 Adsorpsi

Adsorpsi diidentifikasi sebagai kontak antara dua fase dengan menggunakan molekul pada permukaan fluida atau padatan yang tidak seimbang sehingga terjadi peristiwa penyerapan atau akibat adanya gradien konsentrasi rendah. Bahan yang diserap disebut adsorban (solute), sedangkan bahan yang menyerap disebut adsorben. Proses adsorpsi pada umumnya terjadi pada konsentrasi tidak seimbang sehingga mencapai kondisi stabil dan hal ini terjadi pada zat cair - cair, cair - padat, padat - padat, gas - padat.

Tahapan penyerapan pada proses adsorpsi adalah sebagai berikut :

- a. Difusi pada permukaan luar.
- b. Difusi pada pori-pori penyerapan pada permukaan dalam.

Kecepatan penyerapan tergantung dari bertambahnya konsentrasi penyerap dan mengecilnya molekul penyerap dan bertambah luasnya permukaan dari penyerap. Komponen yang di adsorpsi atau adsorban yang melekat sedemikian kuat sehingga memungkinkan pemisahan komponen itu secara menyeluruh dari fluida yang terlalu banyak mengadsorpsi atau adsorben yang

diperlukan dalam industri berupa zat padat dalam bentuk butiran besar sampai halus atau bahan yang berpori (*Sugiharto, 1987*).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, adalah :

- a. Sifat-sifat kimia dan fisika dari adsorben, misalnya : luas permukaan, ukuran jari-jari dan komposisi kimia.
- b. Sifat-sifat kimia dan fisika dari adsorban (zat yang diserap), misalnya : ukuran media, komposisi kimia.
- c. Konsentrasi dari zat yang diserap di dalam larutan.
- d. Sifat-sifat dari liquid, misalnya : pH, temperatur.

2.6 Karakteristik Pasir

Kriteria pemilihan pasir berdasarkan bentuk butiran, porositas dan densitas, rusak karena asam, friability (tidak pecah menjadi ukuran kecil selama backwashing). Ukuran efektif media filter (Effective Size) adalah 2-3 mm (*Reynold, 1981*), bagian atas yang dianggap paling efektif dalam memisahkan kotoran yang besar 10 % dari total kedalaman lapisan filter. Untuk koefisien keseragaman adalah angka keseragaman media filter yang dinyatakan dengan perbandingan antara ukuran diameter pada 60 % fraksi berat terhadap ukuran media.

Dalam penelitian ini menggunakan pasir silika (SiO_4), yang berasal dari batu mineral yang telah mengalami proses penggerusan atau pelapukan dalam bumi. Pasir silika berwarna coklat muda atau kuning tua dan biasanya pasir silika

digunakan untuk bahan campuran dalam pembuatan batu bata, pembuatan beton, pembuatan kaca. Karakteristik dari pasir silika antara lain :

- a. Mempunyai daya pengikat terhadap warna.
- b. Mempunyai daya tarik terhadap suhu yang tinggi.
- c. Mempunyai daya tarik terhadap partikel bermuatan positif.
- d. Mempunyai struktur yang kuat sehingga dapat menerima tekanan yang cukup tinggi.
- e. Pasir silika akan berwarna merah kecoklatan bila larutan mengandung besi oksida.

2.7 Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$

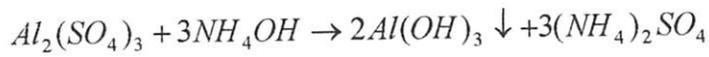
Untuk menurunkan kandungan bakteri dalam air tanah, air dialirkan melalui pasir berlapis Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ dari atas ke bawah (downflow). Diharapkan bakteri akan tertahan oleh media pasir yang telah dilapisi Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang berfungsi sebagai adsorben.

Garam Aluminium mempunyai daya tarik terhadap elektron dengan muatan positif yang tinggi dari Al^{3+} dan mengkristal dalam larutan (*Ralph H. Petrucci-Suminar, 1987*), sehingga bakteri yang membawa muatan permukaan negatif terserap atau tertarik oleh pasir berlapis Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang mempunyai muatan positif lebih besar dari muatan negatif bakteri.

Sedangkan fungsi dari pelapisan adalah untuk membuat permukaan dari media penyaring lebih elektropositif sehingga dapat menurunkan kandungan

bakteri dalam air tanah yang menempel ke permukaan pasir karena beda muatan (Jien Chen. Steve Trusdail, 1998).

Pelapisan pasir dengan Aluminium Hidroksida $Al(OH)_3$ dapat dilakukan dengan mereduksikan $Al_2(OH)_3$ dengan NH_4OH , seperti reaksi berikut :

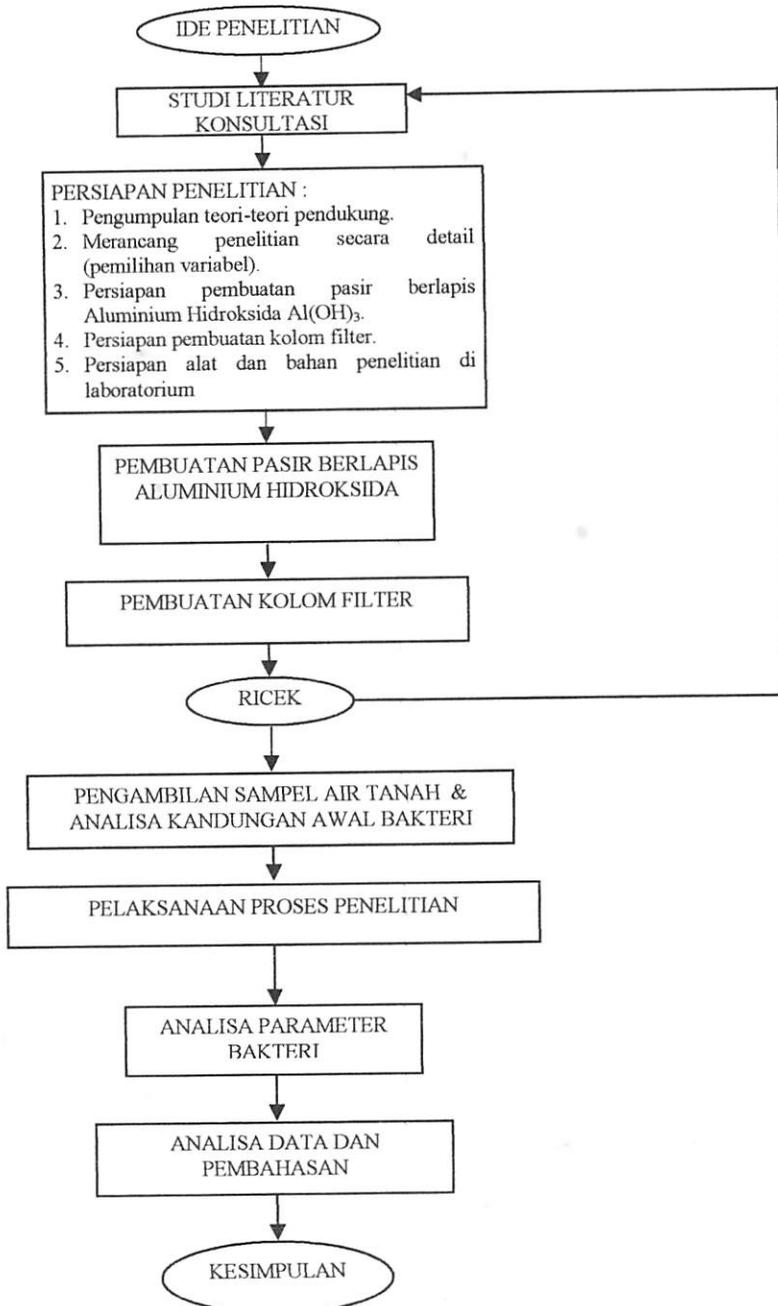


Endapan dari $Al(OH)_3$ akan melapisi bagian permukaan dari pasir.

BAB III

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir



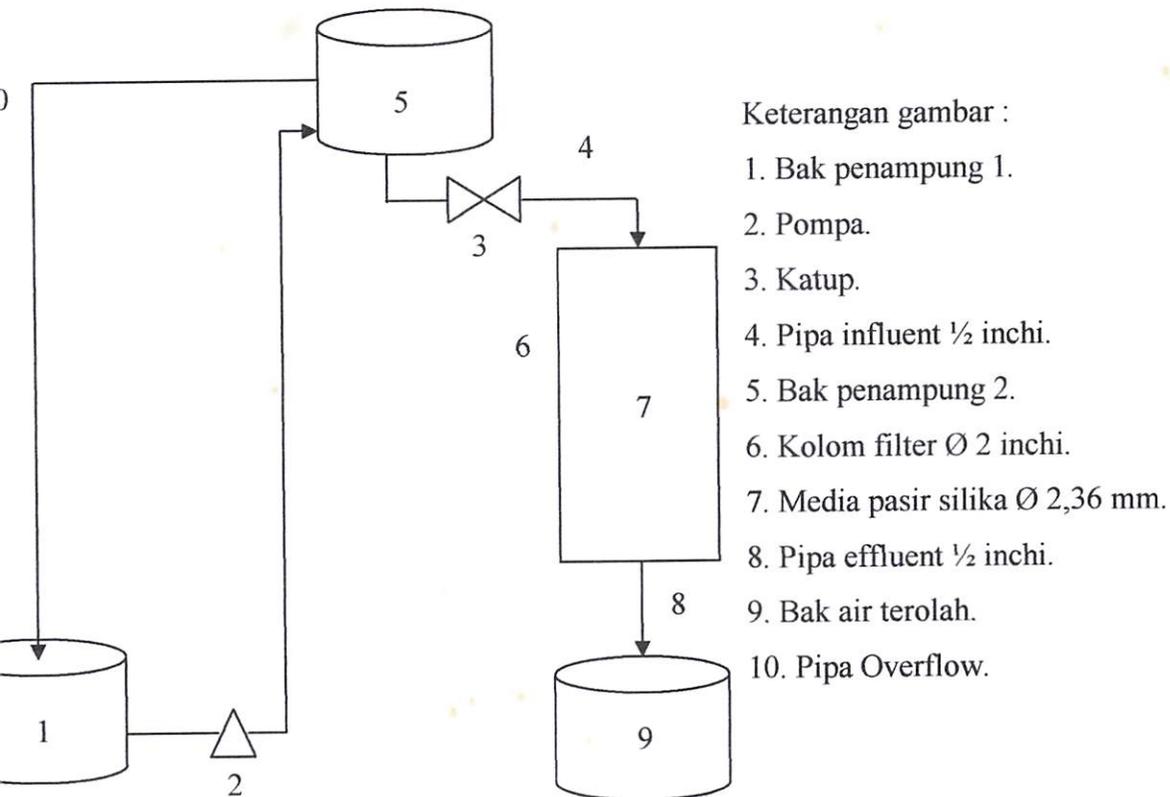
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian dalam tugas akhir ini dilaksanakan dalam suatu tahapan penelitian. Gambaran penelitian diatas adalah tahapan dalam penelitian ini.

3.2 Rancangan Percobaan Alat Filtrasi

3.2.1 Pembuatan Alat Filtrasi

1. Dalam penelitian ini digunakan pipa PVC dengan diameter 2 inci yang berisi pasir berlapis Aluminium Hidroksida $Al(OH)_3$ dengan variasi konsentrasi 0,03, 0,06, 0,09 mol dan lama perendaman 30, 45, 60 menit.
2. Digunakan pompa untuk menaikkan air dari bak penampung 1 ke bak penampung 2.
3. Digunakan kran untuk mengalirkan air dengan debit 4, 6 L/menit.



Gambar 3.2 Alat Filtrasi

3.2.2 Variabel Penelitian

3.2.2.1 Variabel Terikat

Bakteri *E. Coli* pada air tanah.

3.2.2.2 Variabel Bebas

- a. Konsentrasi $\text{Al}(\text{OH})_3$: 0,03, 0,06, 0,09 mol.
- b. Lama perendaman : 30, 45, 60 menit.
- c. Debit aliran : 4, 6 L/menit.

3.2.3 Pelaksanaan Penelitian

3.2.3.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan dan Laboratorium Teknik Kimia, Institut Teknologi Nasional Malang.

3.2.3.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan bulan September sampai dengan November 2004.

3.2.3.3 Pengambilan Sampel

Sampel yang dipakai dalam penelitian ini mengambil dari sumber air tanah di daerah Malang.

3.2.3.4 Pelaksanaan Percobaan

- a. Sampel dipompakan ke atas kemudian dialirkan melalui kolom filter.
- b. Mengatur debit aliran air yang akan dialirkan kolom filter kemudian ditampung pada bak penampung dibawahnya.
- c. Melakukan sampling setelah melewati filter.
- d. Melakukan analisa terhadap kandungan bakteri *E. Coli* dari hasil proses.
- e. Melakukan hal yang sama seperti prosedur a dan d untuk variabel :
 - Konsentrasi $Al(OH)_3$.
 - Lama perendaman.
 - Debit.

3.3 Metode Analisa Parameter

1. Metode analisa kandungan bakteri menggunakan analisa bakteri *E. Coli* dengan metode MPN.
2. Analisa data statistik menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 ulangan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata atau tidak (secara statistik) antara berbagai variasi percobaan terhadap penurunan kandungan bakteri *E. Coli* pada air tanah.

BAB IV

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa filtrasi dengan media pasir berlapis Aluminium Hidroksida $Al(OH)_3$ dengan perlakuan yang dikerjakan meliputi: konsentrasi $Al(OH)_3$ 0,03; 0,06; 0,09 mol, lama perendaman 30; 45; 60 menit, debit aliran 4; 6 L/menit mempunyai kemampuan menurunkan kandungan bakteri *E. Coli* pada air tanah, seperti pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Konsentrasi Bakteri *E. Coli* Awal dan Akhir Proses Filtrasi

Waktu Perendaman (T) (Menit)	Konsentrasi $Al(OH)_3$ (C) (Mol)	Debit (Q) (L/menit)	Konsentrasi Awal (MPN/100 mL)	Konsentrasi Akhir Pada Ulangan Ke.... (MPN/100 mL)			
				1	2	3	Rata-rata
30 (T1)	0,03 (C1)	4 (Q1)	11	4,600	2,900	4,600	4,033
		6 (Q2)		4,600	4,600	4,600	4,600
	0,06 (C2)	4 (Q1)		4,600	2,400	2,900	3,300
		6 (Q2)		4,600	2,900	2,900	3,467
	0,09 (C3)	4 (Q1)		2,100	2,900	2,900	2,633
		6 (Q2)		2,400	2,900	2,900	2,733
45 (T2)	0,03 (C1)	4 (Q1)	11	2,100	2,400	2,900	2,467
		6 (Q2)		2,400	2,900	2,400	2,567
	0,06 (C2)	4 (Q1)		2,100	2,400	2,400	2,300
		6 (Q2)		2,100	2,400	2,900	2,467
	0,09 (C3)	4 (Q1)		2,100	2,100	1,600	1,933
		6 (Q2)		2,100	2,400	1,600	2,033
60 (T3)	0,03 (C1)	4 (Q1)	11	1,200	1,500	0,750	1,150
		6 (Q2)		1,200	1,600	0,750	1,183
	0,06 (C2)	4 (Q1)		0,930	0,750	0,950	0,877
		6 (Q2)		0,950	0,750	1,200	0,967
	0,09 (C3)	4 (Q1)		0,640	0,640	0,930	0,737
		6 (Q2)		0,640	0,750	0,930	0,773

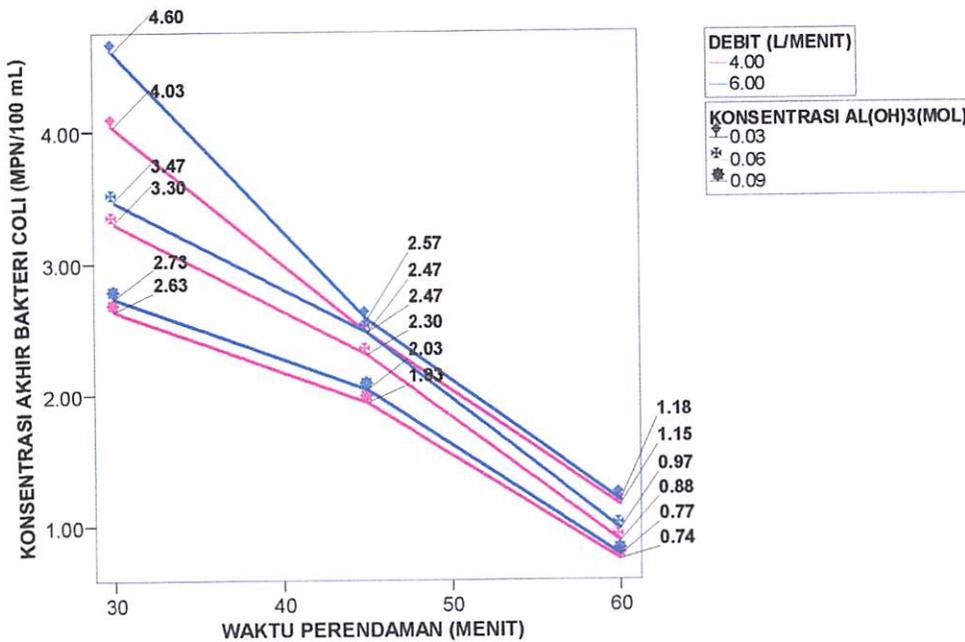
Pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir kandungan bakteri *E. Coli* pada air tanah semakin meningkat seiring dengan semakin lama waktu perendaman dan semakin besar konsentrasi $Al(OH)_3$. Namun demikian pada debit aliran 4 L/menit konsentrasi akhir bakteri *E. Coli* lebih rendah bila dibandingkan dengan debit aliran 6 L/menit. Sedangkan untuk prosentase penurunan konsentrasi bakteri *E. Coli* pada tiap parameter seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Prosentase Penurunan Konsentrasi dan Konsentrasi Rata-Rata

Waktu Perendaman (T) (Menit)	Konsentrasi $Al(OH)_3$ (C) (Mol)	Debit (Q) (L/menit)	Prosentase Penurunan Konsentrasi Pada Ulangan Ke...			Persentase Penurunan Konsentrasi Rata-rata (%)
			1	2	3	
30 (T1)	0,03 (C1)	4 (Q1)	58,18	73,64	58,18	63,33
		6 (Q2)	58,18	58,18	58,18	58,18
	0,06 (C2)	4 (Q1)	58,18	78,18	73,64	70,00
		6 (Q2)	58,18	73,64	73,64	68,49
	0,09 (C3)	4 (Q1)	80,91	73,64	73,64	76,06
		6 (Q2)	78,18	73,64	73,64	75,15
45 (T2)	0,03 (C1)	4 (Q1)	80,91	78,18	73,64	77,58
		6 (Q2)	78,18	73,64	78,18	76,67
	0,06 (C2)	4 (Q1)	80,91	78,18	78,18	79,09
		6 (Q2)	80,91	78,18	73,64	77,58
	0,09 (C3)	4 (Q1)	80,91	80,91	85,46	82,43
		6 (Q2)	80,91	78,18	85,46	81,52
60 (T3)	0,03 (C1)	4 (Q1)	89,09	86,36	93,18	89,54
		6 (Q2)	89,09	85,46	93,18	89,24
	0,06 (C2)	4 (Q1)	91,55	93,18	91,36	92,03
		6 (Q2)	91,36	93,18	89,09	91,21
	0,09 (C3)	4 (Q1)	94,18	94,18	91,55	93,30
		6 (Q2)	94,18	93,18	91,55	92,97

Pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa filtrasi dengan media pasir berlapis Aluminium Hidroksida $Al(OH)_3$ dapat menurunkan kandungan bakteri *E. Coli*

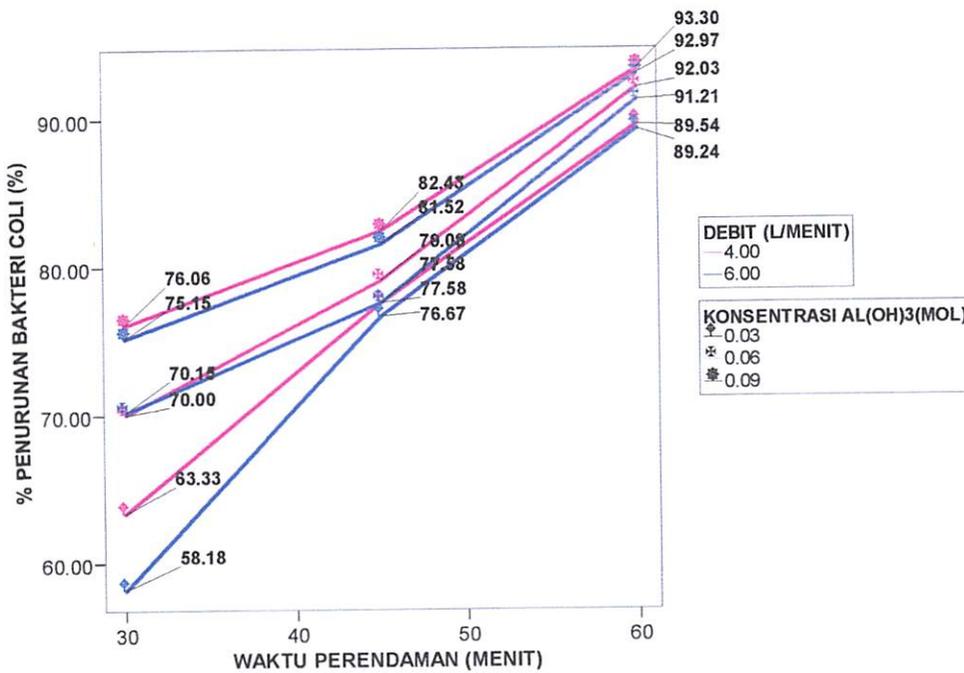
hingga pada kisaran 58 – 94 % dari kadar bakteri *E. Coli* yang terdapat pada air tanah. Hal ini juga dapat dilihat pada grafik 4.1 di bawah ini, menunjukkan adanya perbedaan hasil penurunan konsentrasi bakteri *E. Coli*. Konsentrasi akhir bakteri *E. Coli* yang paling rendah pada waktu perendaman 60 menit, konsentrasi $\text{Al}(\text{OH})_3$ 0,09 mol dengan debit 4 L/menit (T3C3Q1) sebesar 0,74 MPN/100 mL. Konsentrasi yang paling tinggi pada waktu perendaman 30 menit, konsentrasi $\text{Al}(\text{OH})_3$ 0,03 mol dengan debit 6 L/menit (T1C1Q2) sebesar 4,60 MPN/ mL.



Gambar 4.1 Konsentrasi Akhir Rata-Rata

Pada grafik 4.2 menunjukkan bahwa persentase penurunan bakteri *E. Coli* dengan menggunakan parameter waktu perendaman, konsentrasi $\text{Al}(\text{OH})_3$ dan debit aliran. Persentase penurunan konsentrasi akhir bakteri *E. Coli* yang paling tinggi terdapat pada waktu perendaman 30 menit, konsentrasi $\text{Al}(\text{OH})_3$ 0,03

mol, dan debit aliran 6 L/menit (T1C1Q2), yaitu sebesar 58,18 %. Persentase penurunan konsentrasi akhir bakteri *E. Coli* yang paling rendah terdapat pada waktu perendaman 60 menit, konsentrasi Al(OH)₃ 0,09 mol, dan debit aliran 4 L/menit (T3C3Q1), yaitu sebesar 93,30 %.



Gambar 4.2 Persentase Penurunan Rata-Rata Bakteri *E. Coli* Air Tanah

Untuk mengetahui pengaruh berbagai variasi perlakuan terhadap persentase penurunan konsentrasi bakteri *E. Coli* dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA (analisa varian) satu arah. ANOVA satu arah ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara persentase penurunan konsentrasi bakteri *E. Coli* di antara kelompok perlakuan. Hasil uji tersebut tersaji dalam tabel 4.3.

TABEL 4.3 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Persentase Penurunan Bakteri *E. Coli*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % PENURUNAN BAKTERI COLI (%)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5438.802 ^a	17	319.930	13.692	.000
Intercept	343700.218	1	343700.218	14709.437	.000
SAMPEL	5438.802	17	319.930	13.692	.000
Error	841.175	36	23.366		
Total	349980.195	54			
Corrected Total	6279.977	53			

a. R Squared = .866 (Adjusted R Squared = .803)

Perbedaan rata-rata persentase penurunan bakteri *E. Coli* berdasarkan kelompok perlakuan.

Hipotesis :

H_0 = Kedelapan belas rata-rata perlakuan adalah identik.

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

Keputusan :

Terlihat bahwa F_{hitung} adalah 13,692 dengan probabilitas (0,000). Karena probabilitas < 0,05, maka H_0 ditolak, atau rata-rata persentase penurunan bakteri *E. Coli* dalam kedelapan belas perlakuan tersebut memang berbeda nyata.

Untuk melihat persentase penurunan bakteri *E. Coli* yang paling besar dan perbedaannya untuk setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Seperti pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Tabel Uji Duncan Persentase Penurunan Bakteri *E. Coli*

% PENURUNAN BAKTERI COLI (%)

SAMPSEL	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
T1C1Q2	3	58.1800					
T1C1Q1	3	63.3333	63.3333				
T1C2Q1	3		70.0000	70.0000			
T1C2Q2	3		70.1533	70.1533			
T1C3Q2	3			75.1533	75.1533		
T1C3Q1	3			76.0633	76.0633		
T2C1Q2	3			76.6667	76.6667		
T2C1Q1	3			77.5767	77.5767		
T2C2Q2	3			77.5767	77.5767		
T2C2Q1	3			79.0900	79.0900		
T2C3Q2	3				81.5167	81.5167	
T2C3Q1	3				82.4267	82.4267	
T3C1Q2	3					89.2433	89.2433
T3C1Q1	3					89.5433	89.5433
T3C2Q2	3						91.2100
T3C2Q1	3						92.0300
T3C3Q2	3						92.9700
T3C3Q1	3						93.3033
Sig.		.200	.111	.054	.122	.070	.376

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 23.366.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

Waktu perendaman 30 menit konsentrasi $Al(OH)_3$ 0,03 mol debit 6 L/menit (T1C1Q2) dan waktu perendaman 30 menit konsentrasi $Al(OH)_3$ 0,06 mol debit 4 L/menit (T1C2Q1) terdapat beda nyata dalam persentase penurunan bakteri *E. Coli*. Waktu perendaman 30 menit konsentrasi $Al(OH)_3$ 0,06 mol debit 4 L/menit (T1C2Q1) dan waktu perendaman 30 menit konsentrasi $Al(OH)_3$ 0,09 mol debit 6 L/menit (T1C3Q2) terdapat beda nyata dalam persentase penurunan bakteri *E. Coli*. Waktu perendaman 30 menit konsentrasi

Al(OH)₃ 0,09 mol debit 6 L/menit (T1C3Q2) dan waktu perendaman 45 menit konsentrasi Al(OH)₃ 0,09 mol debit 6 L/menit (T2C3Q2) terdapat beda nyata dalam persentase penurunan bakteri *E. Coli*. Waktu perendaman 45 menit konsentrasi Al(OH)₃ 0,09 mol debit 6 L/menit (T2C3Q2) dan waktu perendaman 60 menit konsentrasi Al(OH)₃ 0,03 mol debit 6 L/menit (T3C1Q2) terdapat beda nyata dalam persentase penurunan bakteri *E. Coli*. Waktu perendaman 60 menit konsentrasi Al(OH)₃ 0,03 debit 6 L/menit (T3C1Q2) dan waktu perendaman 60 menit konsentrasi Al(OH)₃ 0,06 mol debit 6 L/menit (T3C2Q2) terdapat beda nyata dalam persentase penurunan bakteri *E. Coli*.

Waktu perendaman 60 menit konsentrasi Al(OH)₃ 0,06 mol debit 6 L/menit (T3C2Q2) dan waktu perendaman 60 menit konsentrasi Al(OH)₃ 0,06 mol debit 4 L/menit (T3C2Q1) dan waktu perendaman 60 menit konsentrasi Al(OH)₃ 0,09 mol debit 6 L/menit (T3C3Q2) dan waktu perendaman 60 menit konsentrasi Al(OH)₃ 0,09 mol debit 4 L/menit (T3C3Q1) tidak terdapat beda nyata dalam persentase penurunan bakteri *E. Coli* (homogen).

Persentase penurunan bakteri *E. Coli* terkecil terjadi pada perlakuan waktu perendaman 30 menit konsentrasi Al(OH)₃ 0,03 mol debit 6 L/menit (T1C1Q2) dengan persentase penurunan 58,1800 MPN/100 mL, dan persentase penurunan bakteri *E. Coli* yang terbesar terjadi pada perlakuan waktu perendaman 90 menit konsentrasi Al(OH)₃ 0,09 mol debit 4 L/menit (T3C3Q1) dengan persentase penurunan 93,3033 MPN/100 mL.

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara persentase penurunan bakteri *E. Coli* dengan variabel bebas yang diamati, maka dilakukan analisis data

dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut seperti pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Tabel Korelasi Antara Persentase Penurunan Bakteri *E. Coli* dengan Waktu Perendaman (menit), Konsentrasi Al(OH)₃ (mol) dan Debit (L/menit)

Correlations

		% PENURUNAN BAKTERI COLI (%)	WAKTU PERENDAM AN (MENIT)	KONSEN TASI (MOL)	DEBIT (L/MENIT)
% PENURUNAN BAKTERI COLI (%)	Pearson Correlation	1.000	.854**	.296*	-.055
	Sig. (2-tailed)	.	.000	.030	.692
	N	54	54	54	54
WAKTU PERENDAMAN (MENIT)	Pearson Correlation	.854**	1.000	.000	.000
	Sig. (2-tailed)	.000	.	1.000	1.000
	N	54	54	54	54
KONSENTRASI (MOL)	Pearson Correlation	.296*	.000	1.000	.000
	Sig. (2-tailed)	.030	1.000	.	1.000
	N	54	54	54	54
DEBIT (L/MENIT)	Pearson Correlation	-.055	.000	.000	1.000
	Sig. (2-tailed)	.692	1.000	1.000	.
	N	54	54	54	54

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Dari tabel 4.5 menunjukkan bahwa besar hubungan antara persentase penurunan bakteri *E. Coli* dengan variabel bebas yang dihitung dengan koefisien korelasi adalah :

- Korelasi antara persentase penurunan bakteri *E. Coli* dengan waktu perendaman adalah 0,854. Hal ini menunjukkan hubungan yang kuat (diatas 0,5), arah hubungan yang positif menunjukkan hubungan yang searah, yang berarti bahwa semakin besar waktu perendaman akan diikuti dengan penambahan persentase penurunan bakteri *E. Coli*. Tingkat signifikan persentase penurunan bakteri *E. Coli* dan waktu perendaman yang

ditunjukkan dengan nilai probabilitas (0,000) jauh lebih kecil dari 0,05, maka korelasinya sangat nyata (signifikan).

- Korelasi antara persentase penurunan bakteri *E. Coli* dengan konsentrasi $Al(OH)_3$ adalah 0,296. Hal ini menunjukkan hubungan yang lemah (dibawah 0,5), arah hubungan yang positif menunjukkan hubungan yang searah, yang berarti bahwa semakin besar konsentrasi $Al(OH)_3$ akan diikuti dengan penambahan persentas penurunan bakteri *E. Coli*. Tingkat signifikan persentase penurunan bakteri *E. Coli* dan konsentrasi $Al(OH)_3$ yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas (0,030) sedikit lebih kecil dari 0,05, maka korelasinya sangat nyata (signifikan).
- Korelasi antara persentase penurunan bakteri *E. Coli* dengan debit adalah - 0,055. Hal ini menunjukkan hubungan yang lemah (dibawah 0,5), arah hubungan yang negatif menunjukkan hubungan yang berlawanan arah, yang berarti bahwa semakin besar debit akan diikuti dengan pengurangan persentase penurunan bakteri *E. Coli*. Tingkat signifikan persentase penurunan bakteri dan debit yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas (0,692) jauh lebih besar dari 0,05, maka korelasinya tidak nyata (tidak signifikan).

Tabel 4.6 Nilai R dan R square

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.906 ^a	.821	.810	4.7473

a. Predictors: (Constant), DEBIT (L/MENIT),
KONSENTRASI (MOL), WAKTU PERENDAMAN (MENIT)

Dalam penelitian ini dapat diketahui prosentase pengaruh variabel persentase penurunan bakteri *E. Coli* dengan waktu perendaman, konsentrasi $Al(OH)_3$ dan debit pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa :

1. Nilai R sebesar 0.906 menunjukkan hubungan yang kuat (diatas 0,5) antara persentase penurunan bakteri *E. Coli* dengan variabel bebas (waktu perendaman, konsentrasi $Al(OH)_3$ dan debit).
2. Nilai R square sebesar 0.821, yang dalam hal ini berarti 82,1 % persentase penurunan bakteri *E. Coli* dipengaruhi oleh variabel bebas, sedangkan sisanya 7,9 % disebabkan oleh sebab-sebab lain.

Untuk mengetahui bukti empiris keeratan hubungan antara variabel bebas maka digunakan analisa data dengan menggunakan analisa regresi. Hasil dari analisa tersebut dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut :

Tabel 4.7 Hasil Uji Regresi ANOVA

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5153.156	3	1717.719	76.220	.000 ^a
	Residual	1126.821	50	22.536		
	Total	6279.977	53			

a. Predictors: (Constant), DEBIT (L/MENIT), KONSENTRASI (MOL), WAKTU PERENDAMAN (MENIT)

b. Dependent Variable: % PENURUNAN BAKTERI COLI (%)

Dari uji ANOVA atau F test, didapat F hitung adalah 76,220 dengan tingkat signifikan 0,000. Dengan probabilitas lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksikan konsentrasi bakteri *E. Coli*.

Tabel 4.8 Persamaan Regresi

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	41.082	4.358		9.428	.000
	WAKTU PERENDAMAN (MENIT)	.752	.053	.854	14.263	.000
	KONSENTRASI (MOL)	130.250	26.374	.296	4.939	.000
	DEBIT (L/MENIT)	-.594	.646	-.055	-.920	.362

a. Dependent Variable: % PENURUNAN BAKTERI COLI (%)

Dari tabel 4.8 diatas dapat diketahui :

1. Persamaan regresi untuk :

$$Y = 41,082 + 0,752X_1 + 130,250X_2 - 0,594X_3$$

Y : Persentase penurunan bakteri *E. Coli*.

X₁ : Waktu perendaman.

X₂ : Konsentrasi Al(OH)₃.

X₃ : Debit aliran.

- Konstanta sebesar 41,082 menyatakan bahwa jika tidak ada variasi waktu perendaman, variasi konsentrasi dan variasi debit, maka persentase penurunan bakteri sebesar 41,082 MPN/100 mL.
- Koefisien regresi X₁ (waktu perendaman) menyatakan bahwa setiap penambahan (karena tanda +) waktu perendaman sebesar 1 menit akan menambah persentase penurunan konsentrasi bakteri sebesar 0,752 %.

- Koefisien regresi X_2 (konsentrasi $\text{Al}(\text{OH})_3$) menyatakan bahwa setiap penambahan (karena tanda +) konsentrasi $\text{Al}(\text{OH})_3$ sebesar 1 mol akan menambah persentase penurunan konsentrasi bakteri sebesar 130,250 %.
- Koefisien regresi X_3 (debit) menyatakan bahwa setiap penambahan (karena tanda -) debit sebesar 1 L/menit akan mengurangi persentase penurunan konsentrasi bakteri sebesar 0,594 %.

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

Hipotesa :

H_0 : Koefisien regresi tidak signifikan.

H_1 : Koefisien regresi signifikan.

Keputusan :

Variabel waktu perendaman dan konsentrasi $\text{Al}(\text{OH})_3$ mempunyai angka signifikansi (0,000) dibawah 0,1. Oleh karena itu, waktu perendaman dan konsentrasi $\text{Al}(\text{OH})_3$ berpengaruh terhadap persentase penurunan konsentrasi bakteri *E. Coli*. Namun demikian debit dengan angka signifikansi (0,362) yang berada diatas 0,1 maka debit tidak mempengaruhi persentase penurunan konsentrasi bakteri *E. Coli*.

4.2. Pembahasan

Dari hasil penelitian yang diperoleh, filtrasi dengan media pasir berlapis Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ sudah terbukti dapat menurunkan kandungan bakteri *E. Coli*. Kandungan bakteri *E. Coli* dapat diturunkan hingga pada kisaran 58-93 % dari kandungan bakteri yang terdapat pada air tanah. Menurut Ahammed dan Chauduri (1996) pada Jien Chen dan Steve Trusdail (1998) pelapisan oleh hidroksida logam, oksida logam, atau peroksida pada media penyaring untuk mempertinggi pembersihan bakteri, virus, dan kekeruhan dari air dan limbah cair. Fungsi pelapisan adalah untuk membuat permukaan pada media penyaring lebih elektropositif. Pernyataan ini juga diperkuat Ahammed dan Chauduri (1996), bahwa pelapisan oleh besi hidroksida atau aluminium hidroksida pada pasir berkesinambungan untuk secara efektif dapat membersihkan fecal coliforms dari air. Pada sistem penanganan air dan limbah cair yang mengandung substrat-substrat organik, suatu potensial yang besar terjadi untuk biogrowth pada media penyaring. Biogrowth pada penyaring pasir pelan (*Slow Sand Filter*) adalah penting untuk pembersihan mikroorganisme (Banks dan Biyers, 1992) dan partikel yang berukuran sangat kecil (seperti koloni) (Drury et-al, 1993).

Semakin lama waktu perendaman maka semakin tebal pelapisan Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang terjadi pada media pasir yang menyebabkan penurunan jumlah bakteri *E. Coli* semakin besar. Dengan semakin besar konsentrasi $\text{Al}(\text{OH})_3$ maka semakin besar pula daya ikat terhadap bakteri *E. Coli* yang terjadi pada media pasir yang menyebabkan penurunan jumlah bakteri *E. Coli* semakin besar, tetapi dengan semakin besar debit aliran yang dialirkan maka

semakin besar pula penggerusan Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang terjadi pada media pasir yang menyebabkan penurunan jumlah bakteri *E. Coli* semakin kecil.

Penurunan konsentrasi akhir bakteri *E. Coli* dapat terlihat pada konsentrasi awal bakteri *E. Coli* sebesar 11 MPN/100 mL menjadi 0,74 MPN/100 mL pada waktu perendaman 60 menit, konsentrasi $\text{Al}(\text{OH})_3$ 0,09 mol dan dengan debit 4 L/menit (T3C3Q1). Menurut Permenkes No. 461/Menkes/Per/IX/1990 kadar bakteri *E. Coli* maksimal yang diperbolehkan sebesar (0) nihil MPN/100 mL. Konsentrasi akhir bakteri *E. Coli* masih sedikit diatas nihil yaitu 0,74 MPN/100 mL. Dengan demikian hasil dari penelitian ini tidak memenuhi persyaratan air bersih. Dikarenakan oleh beberapa kemungkinan antara lain : ketinggian media pasir yang tidak ditentukan, ukuran pasir yang digunakan tidak disesuaikan.

Hubungan / korelasi antara persentase penurunan bakteri *E. Coli* dengan waktu perendaman media pasir dengan Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ menunjukkan hubungan yang kuat dan arah hubungan positif, arah hubungan positif menunjukkan hubungan yang searah. Hubungan positif berarti semakin lama waktu perendaman akan diikuti dengan penambahan persentase penurunan konsentrasi bakteri *E. Coli*. Tingkat signifikan persentase penurunan bakteri *E. Coli* dengan waktu perendaman sangat nyata (signifikan), dikarenakan waktu perendaman $\text{Al}(\text{OH})_3$ berfungsi mempertebal lapisan pelapisan Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada media pasir.

Hubungan / korelasi antara persentase penurunan bakteri *E. Coli* dengan konsentrasi Al(OH)_3 menunjukkan hubungan yang lemah dan arah hubungan positif, arah hubungan positif menunjukkan hubungan yang searah. Hubungan positif berarti semakin besar konsentrasi Aluminium Hidroksida Al(OH)_3 akan diikuti dengan penambahan persentase penurunan konsentrasi bakteri *E. Coli*. Tingkat signifikan persentase penurunan bakteri *E. Coli* dengan konsentrasi Al(OH)_3 sangat nyata (signifikan), dikarenakan konsentrasi Aluminium Hidroksida Al(OH)_3 berfungsi mempertinggi kemampuan pasir lebih elektropositif untuk mengikat bakteri pada air tanah (Jien Chen dan Steve Trusdail, 1998).

Hubungan / korelasi antara persentase penurunan bakteri *E. Coli* dengan debit menunjukkan hubungan yang lemah dan arah hubungan negatif, hubungan negatif menunjukkan arah yang berlawanan arah. Hubungan negatif berarti semakin besar debit akan diikuti dengan persentase penurunan konsentrasi bakteri *E. Coli*. Tingkat signifikan persentase penurunan bakteri *E. Coli* dengan debit tidak nyata (tidak signifikan), dikarenakan semakin besar debit akan dapat memperbesar penggerusan pada lapisan Aluminium Hidroksida Al(OH)_3 pada media pasir.

Pada uji t untuk menguji konstanta dengan variabel bebas menyatakan bahwa tingkat signifikan waktu perendaman dan konsentrasi Al(OH)_3 sama-sama sangat nyata (signifikan). Debit aliran mempunyai tingkat signifikansi yang rendah atau tidak nyata (tidak signifikan), hal ini dimungkinkan semakin besar debit

maka penggerusan lapisan Aluminium Hidroksida Al(OH)_3 pada pasir akan berkurang.

BAB V

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Semakin lama waktu perendaman media pasir dengan Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ dan semakin besar konsentrasi Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ penurunan bakteri *E. Coli* semakin besar tetapi semakin besar debit aliran penurunan bakteri *E. Coli* semakin kecil.
2. Penurunan konsentrasi bakteri *E. Coli* yang paling tinggi diperoleh pada waktu perendaman 60 menit, konsentrasi $\text{Al}(\text{OH})_3$ 0,09 mol, dan debit 4 L/menit sebesar 10,263 MPN/100 mL (93,30 %).

5.2 Saran

Untuk lebih menyempurnakan penelitian ini, masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai :

1. Penambahan variasi debit yang lebih kecil untuk mengetahui hasil yang lebih optimal dalam menurunkan konsentrasi bakteri *E. Coli* pada air tanah.
2. Penambahan variasi waktu perendaman media pasir dengan Aluminium Hidroksida $Al(OH)_3$ dan konsentrasi Aluminium Hidroksida $Al(OH)_3$, karena pada variasi yang ada masih belum optimal dalam menurunkan bakteri *E. Coli* pada air tanah.
3. Penambahan variasi media, tinggi media dan ukuran media untuk dapat lebih mengoptimalkan penurunan bakteri *E. Coli* pada air tanah.
4. Menguji alat filtrasi ini dengan bahan pencemar yang lain agar menambah informasi baru yang dapat diturunkan oleh filtrasi dengan media pasir berlapis Aluminium Hidroksida $Al(OH)_3$.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Ahammed. M. M. and Chaudhuri M, 1996, "*Sand-based Filtration/Adsorption Media*". J. Water Supply Res. Technol.-Aqua 45, 67-71
- Alaerts. G, Sumestri. Sri Santika, 1987, "**Metoda Penelitian Air**", Usaha Nasional, Surabaya.
- Anis Al-layla, M, 1979, "*Water Supply Engineering Design* ", Ann Arbor science, Inc. Michigan
- Anonimous, 2000. "**Panduan Praktikum Mikrobiologi**", Teknik Lingkungan, ITN Malang.
- Anonimous, 2003, "*E. Coli Infection*", Family Doctor. Org \ bacterial \ family doctor \ family doctor.org \ 242.xml.htm.
- Anonimous, 2003, "*Water Filtration & Purification*", epanet \ purityplanet \ www . purityplanet .com \ carbon-filters.aspx.htm.
- Banks M. K. and Bryers J. D, 1992, "*Microbiological Deposition Rates Onto Clean Glass And Pure Culture Bacterial Biofilm Surfaces*", Biofouling 6, 81-86.
- Clair N.S. and Perry L.Mc. Carty, 1994, "*Chemistry for Environmental Engineering*", Fourth Edition, Mc Graw Hill, Inc. United State of America.
- Jien Chen, Steve Trusdail, 1998, "*Long Term Evaluation of Aluminium Hidroxide Coated Sand Removal of Wastewater*", J. Wat. Res. Vol. 32. No.7. pp.2175-2179.
- Nana Sutresna, 1994, "**Kimia 1**", Ganeça Exact, Bandung.
- Ralph Petrucci, Suminar, 1987, "**Kimia Dasar Prinsip dan Terapan**", Pradnya Paramita, Jakarta.
- Singgih Santoso, Fandy Tjiptono, 2001, "**Konsep dan Aplikasi dengan SPSS**", Gramedia, Jakarta.
- Sugiharto, 1987, "**Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah**", Universitas Indonesia, Jakarta.
- Tom D, Reynolds, 1981, "*Unit Operation and Processes In Environment Engineering*", 2nd edition, PWS Publishing Company, Boston.
- Unus Suriawiria, 1996, "**Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah Secara Biologis**", Penerbit Alumni ITB, Bandung.
- Yarnest, 2003, "**Panduan Aplikasi Statistik dengan Menggunakan SPSS Versi 11.0**", Dio Malang.



LAMPIRAN

LAMPIRAN I

BAHAN DAN ALAT

1.1 Bahan

a. Bahan yang digunakan pada percobaan

Bahan yang digunakan pada percobaan, antara lain : air tanah, pasir silika Ø 2,36 mm, $Al_2(SO_4)_3$, NH_4OH , aquades.

b. Bahan yang digunakan pada analisa

Bahan yang digunakan pada analisa, antara lain : Laktosa, Peptone, ekstrak daging, BGLB (Brilliant Green Lactosa Bile), aquades.

1.2 Alat-alat

a. Peralatan percobaan

Peralatan yang digunakan pada percobaan filtrasi, antara lain : pompa air, pipa PVC Ø 2 inchi, kran air, pipa ½ inchi, bak air , bak effluen.

b. Peralatan analisa

Peralatan yang digunakan pada analisa, antara lain : tabung reaksi, tabung Durham, gelas ukur, karet penghisap, pipet volum, pembakar spirtus, pipet tetes, spatula, inkubator, autoklave, oven, kapas, kertas kraf, kompor listrik, kompor gas, rak tabung reaksi, pipa hisap, beker glass, aluminium voil, desikator, penjepit, timbangan analitis.

LAMPIRAN II

PROSEDUR PENELITIAN

2.1 Pengambilan Sampel

Dalam pengambilan sampel digunakan botol sampel yang steril, botol sampel diusahakan selalu tertutup rapat bila sedang tidak digunakan. Selama pengisian botol sampel dengan sampel air tidak perlu dilakukan pembilasan. Air dipompa dari sumur dan biarkan mengalir selama 5 menit, lalu air ditampung dalam botol sampel.

Apabila tidak ada pompa air, sampel diambil langsung dari air sumur dengan memberikan pemberat pada botol sampel. Sebaiknya botol sampel tidak diisi penuh agar memudahkan proses homogenisasi sampel dengan pengocokan sebelum analisa dilakukan.

2.2 Pelaksanaan Penelitian

1. Sebelum air sumur dimasukkan ke dalam kolom filtrasi, pasir yang ada di dalam kolom dialiri air aquades terlebih dahulu untuk membersihkan dari kotoran yang ada dalam kolom filtrasi.
2. Air sumur dialirkan ke kolom filtrasi yang terisi pasir berlapis Aluminium Hidroksida dengan aliran dari atas ke bawah (downflow).
3. Sampel air diambil di setiap beda konsentrasi $Al(OH)_3$, lama perendaman $Al(OH)_3$, debit air untuk diperiksa di laboratorium Mikrobiologi.

2.3 Pelaksanaan Analisa

1. Sterilisasi.

➤ Oven

Digunakan untuk alat-alat tahan panas, menggunakan *hot air oven* (ruang pemanas) dengan suhu 170°C - 180°C selama 2 jam.

Cara kerja oven, adalah :

- Mencuci alat yang akan disterilkan.
- Membilas dengan aquades, mengeringkan dengan lap / tissue.
- Membungkus alat dengan kertas perkamen / kertas kraf coklat sesuai dengan bentuk alat.
- Mensterilkan alat-alat tersebut dalam *hot air oven* selama 2 jam dengan suhu 170°C - 180°C.

➤ Autoklave

Digunakan untuk mensterilkan bahan atau media. Menggunakan autoklave selama 20 menit dengan suhu 120° C. Sebelum dimasukkan ke dalam autoklave alat-alat harus dibungkus dengan kertas kraf yang berwarna coklat. Dalam keadaan terbungkus alat-alat yang disterilkan dapat disimpan dalam beberapa hari dalam keadaan steril.

➤ Cara Kimiawi

Cara ini digunakan untuk mensterilkan alat-alat dari plastik yang tidak tahan suhu tinggi yaitu dengan cara mengusapkan larutan 60 % etanol + 40 % air suling pada permukaan benda dengan kapas, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama ½ - 1 jam.

2. Persiapan Sampel

- Mempersiapkan baker glass steril volume 1000 mL sebanyak 4 buah, pemberian label dan aluminium foil. Semua alat disterilkan terlebih dahulu.
- Menuangkan masing-masing sampel sebanyak 1000 mL dengan pompa hisap dan langsung ditutup dengan aluminium foil.
- Melakukan pemeriksaan sesuai dengan variabel yang ditentukan.

3. Analisa Sampel

Analisa coliform menggunakan metode MPN yaitu uji pendugaan dan penegasan (*Alaerts dan Santika, 1984*).

Prosedur tabung fermentasi dapat digunakan untuk menghitung bakteri golongan coli tinja secara tidak langsung. Prosedur ini menggunakan tabung-tabung yang mengandung media tertentu, dan pertumbuhan populasi bakteri diamati pada beberapa pengenceran. Dengan pemeriksaan ada atau tidaknya pertumbuhan bakteri pada setiap konsentrasi volume pengenceran, maka jumlah populasi bakteri golongan coli tinja dapat di perkirakan secara statis.

Bakteri golongan coli tinja mempunyai kemampuan untuk memfermentasikan laktosa pada suhu $44,5^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ selama waktu $24 \text{ jam} \pm 2 \text{ jam}$, dan kemampuan ini merupakan dasar dari analisa bakteri golongan coli tinja dengan prosedur tabung fermentasi. Tabung pertumbuhan coli tinja dapat diketahui bila ada gas yang ada pada tabung durham, yaitu tabung kecil dengan volume $\pm 2 \text{ mL}$ yang ditempatkan dalam tabung fermentasi. Tabung durham berisi cairan yang sama dengan yang ada pada tabung fermentasi dan letaknya

terbalik sehingga gas asal fermentasi tertangkap di dalam tabung durham tersebut.

LAMPIRAN III

PROSEDUR ANALISA *E. COLI* MENGUNAKAN METODE MPN

Cara kerja :

a. Pembuatan media

➤ Media KFL (*Kaldu Fermentasi Laktosa*).

Bahan-bahan :

- Ekstrak daging 28 gr
- Aquadest 600 mL
- *Laktosa* 5 gr
- *Peptone* 5 gr

Cara kerja :

- Mencampurkan ekstrak daging, *laktosa* dan aquadest.
 - Memanaskan sampai mendidih.
 - Menyaring dan menambahkan indikator BTB.
 - Mensterilkan media ke dalam autoklave selama 20 menit pada suhu 121°C.
 - Menunggu media agak dingin dan siap dipergunakan.
- Media kaldu BGLB (*Briliant Green Laktosa Bile*).

Bahan-bahan :

- BGLB 40 gr
- Aquadest 1 L

Cara kerja :

- Mencampur semua bahan diatas.
- Mensterilkan media ke dalam autoklave selama 20 menit pada suhu 121°C.
- Menunggu media agak dingin dan siap dipergunakan.

b. Persiapan sampel

➤ Pengenceran sampel

Pengenceran dilakukan dengan volume sampel asli 10 mL, 1 mL, 0,1 mL. Masing - masing volume setelah pengenceran 100 mL. Pengenceran menggunakan aquadest.

➤ Menyediakan 9 tabung reaksi

Seri A untuk 3 tabung reaksi pertama, seri B untuk 3 tabung reaksi kedua, seri C untuk 3 tabung reaksi terakhir.

➤ Memasukkan tabung durham pada semua tabung reaksi. Dengan posisi mulut tabung dibawah.

➤ Mengisi tabung pada seri A dengan 1 mL dari pengenceran 10, tabung dari seri B dari pengenceran 1 dan tabung seri C dari pengenceran 10^{-1} .

➤ Kemudian menambahkan 9 mL KFL steril pada semua tabung reaksi.

➤ Menutup tabung reaksi dengan kapas / tissue.

➤ Menyediakan 1 tabung untuk blanko.

c. Tes Pendugaan

- Inkubasi tabung fermentasi yang berisi sampel (termasuk blanko), pada suhu 35°C selama 24 jam dan amati gas yang tertangkap dalam tabung durham. Tabung yang mengandung gas dilanjutkan dengan tes penegasan sedangkan tabung yang tidak menghasilkan gas diinkubasi lagi selama 24 jam.
- Sesudah 24 jam amati lagi jika timbul gas dilanjutkan ke tes penegasan.

d. Tes Penegasan

- Sampel yang menghasilkan gas baik dalam waktu 24 maupun 48 jam dilanjutkan dengan tes penegasan. Jumlah tabung penegasan adalah jumlah tabung yang mengandung gas dalam tes penegasan.
- Pindahkan dengan menggunakan pipet steril sebanyak 2 tetes cairan pada masing-masing tabung yang menghasilkan gas. Kemudian masukkan media kaldu BGLB dan tabung durham.
- Inkubasi tabung reaksi pada suhu 44°C selama 24 jam dan amati gas yang tertangkap di dalam tabung. Tabung yang mengandung gas berarti mengandung bakteri *E. Coli* diberi tanda positif (+).

e. Perhitungan Nilai MPN

$$\text{Rumus} = \text{NilaiMPN} \times \frac{1}{\text{NilaiPengenceranTengah}}$$

Contoh Perhitungan :

Setelah tes pendugaan dan tes penegasan didapatkan hasil :

- Jumlah tabung (+) pada pengenceran 10^{-3} = 3
- Jumlah tabung (+) pada pengenceran 10^{-1} = 1
- Jumlah tabung (+) pada pengenceran 10^{-2} = 2
- Maka nilai MPN (dilihat dari tabel MPN) = 0,20

Penyelesaian :

$$\text{MPN bakteri Coli} = 0,20 \times \frac{1}{1} = 0,2$$

Jadi kandungan bakteri Coli pada sampel = 0,2 MPN / 100 mL.

LAMPIRAN IV

PERHITUNGAN KONSENTRASI $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ DAN NH_4OH

$$\text{Mol} = \frac{gr}{Mr} \times \frac{1000}{P} \quad \text{Dimana : Mol} = \text{Mol yang dicari.}$$

Mr = Nilai massa relatif.

1000 = Nilai ketetapan.

P = Volume Pengenceran.

Contoh Perhitungan : NH_4OH

$$0,03 = \frac{gr}{35} \times \frac{1000}{1500}$$

$$0,03 = \frac{1500 \cdot gr}{35000}$$

$$15 \cdot gr = 350 \cdot 0,03$$

$$gr = 0,7$$

LAMPIRAN V

PERHITUNGAN PERSENTASE (%) PENURUNAN BAKTERI *E. COLI*

$$\% \text{Removal} = \frac{F0 - F1}{F0} \times 100\% \quad \text{Dimana : } F0 = \text{Konsentrasi awal.}$$

$$F1 = \text{Konsentrasi akhir.}$$

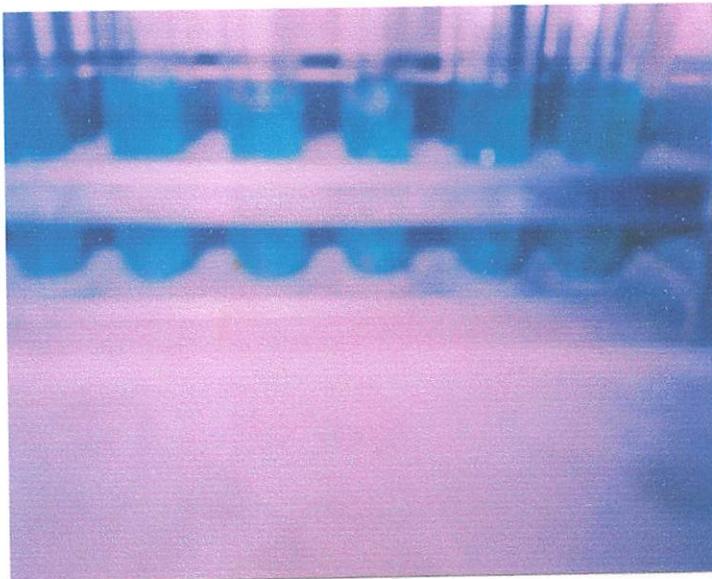
Contoh perhitungan :

- 1) $\frac{11-4,6}{11} \times 100\% = 58,18$
- 2) $\frac{11-2,9}{11} \times 100\% = 73,64$
- 3) $\frac{11-4,6}{11} \times 100\% = 58,18$
- 4) $\frac{11-4,6}{11} \times 100\% = 58,18$
- 5) $\frac{11-4,6}{11} \times 100\% = 58,18$
- 6) $\frac{11-4,6}{11} \times 100\% = 58,18$
- 7) $\frac{11-4,6}{11} \times 100\% = 58,18$
- 8) $\frac{11-2,4}{11} \times 100\% = 78,18$
- 9) $\frac{11-2,9}{11} \times 100\% = 73,64$
- 10) $\frac{11-4,6}{11} \times 100\% = 58,18$
- 11) $\frac{11-2,9}{11} \times 100\% = 73,64$
- 12) $\frac{11-2,9}{11} \times 100\% = 73,64$
- 13) $\frac{11-2,1}{11} \times 100\% = 80,91$
- 14) $\frac{11-2,9}{11} \times 100\% = 73,64$
- 15) $\frac{11-2,9}{11} \times 100\% = 73,64$
- 16) $\frac{11-2,4}{11} \times 100\% = 78,18$
- 17) $\frac{11-2,9}{11} \times 100\% = 73,64$
- 18) $\frac{11-2,9}{11} \times 100\% = 73,64$
- 19) $\frac{11-2,1}{11} \times 100\% = 80,91$

LAMPIRAN VI
DOKUMENTASI



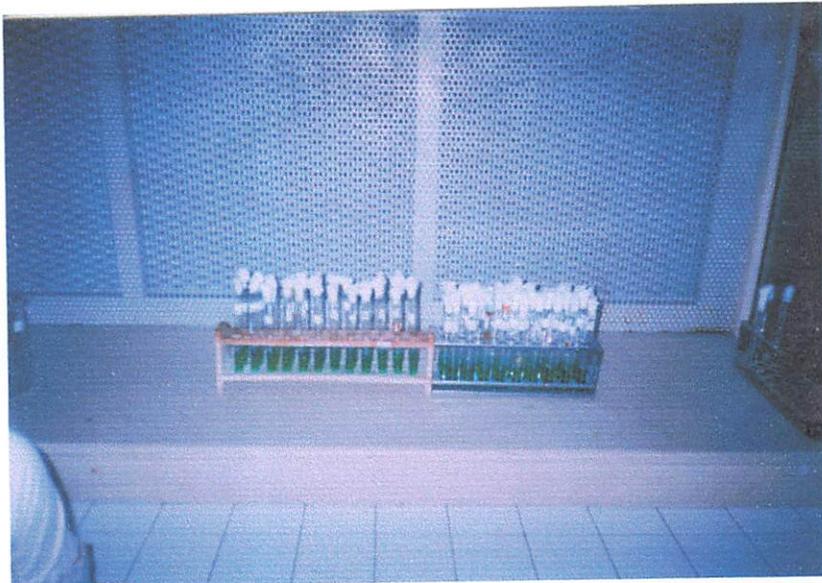
Sterilisasi Alat & Bahan Analisa.



Sampel yang mengandung Bakteri *E. Coli*.

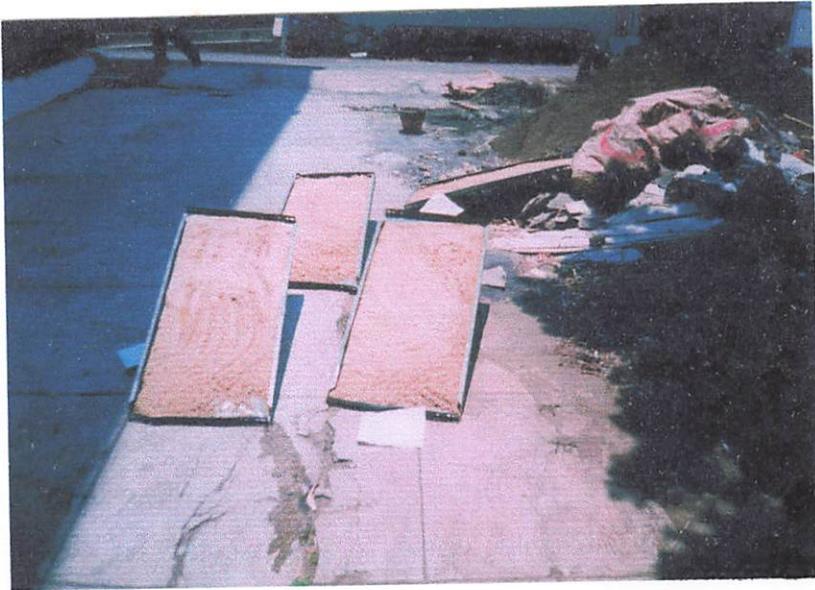


Pengenceran Sampel.



Inkubasi Sampel.





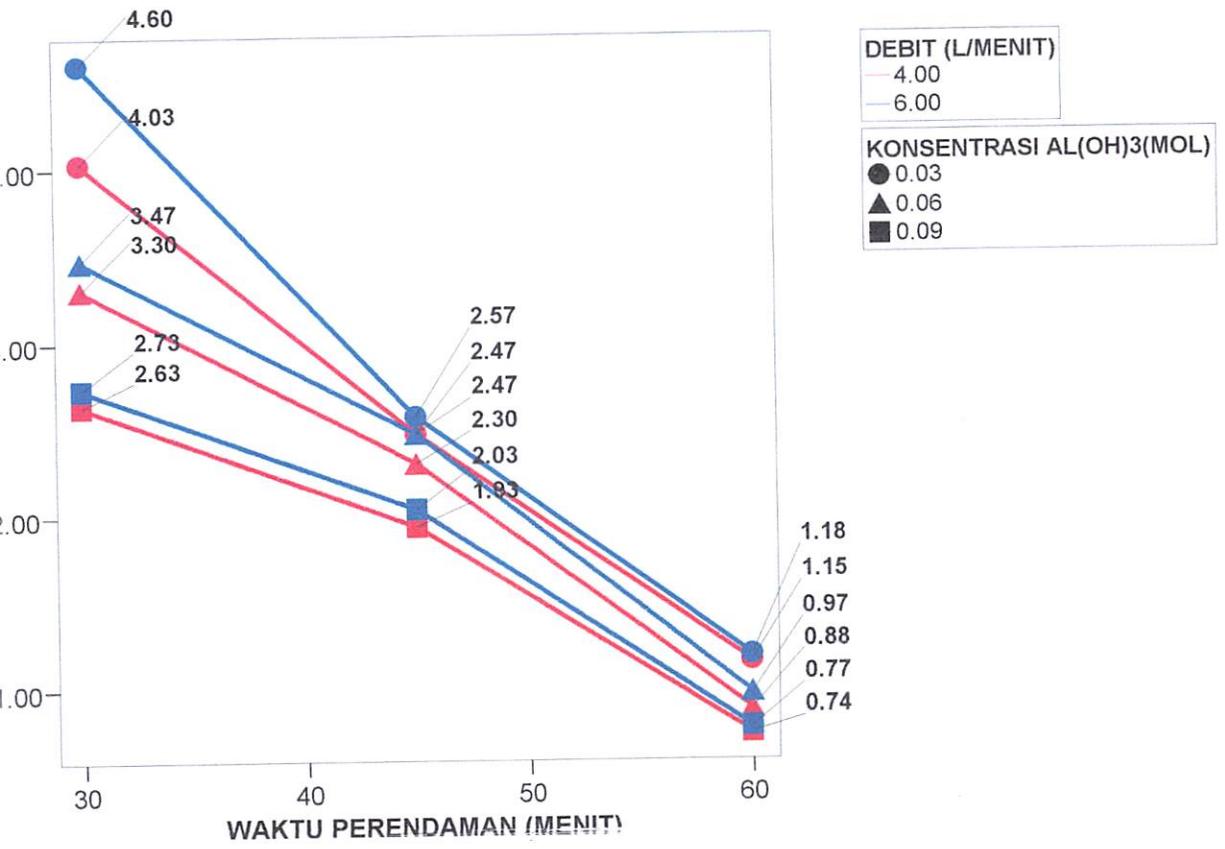
Pengeringan Pasir Setelah Pelapisan.

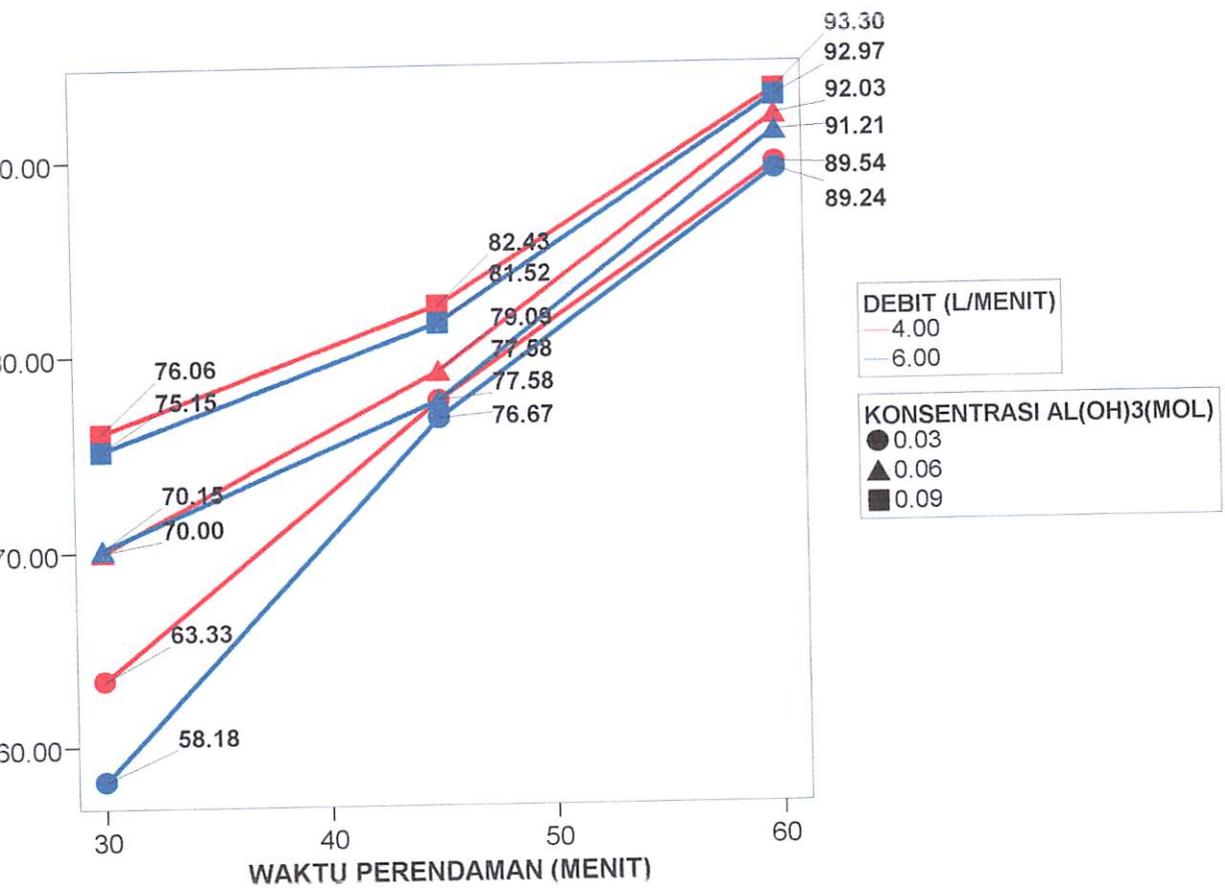


Larutan NH₄OH.

LAMPIRAN VII

ANALISA DATA





ate Analysis of Variance

een-Subjects Factors

	N
L T1C1Q1	3
T1C1Q2	3
T1C2Q1	3
T1C2Q2	3
T1C3Q1	3
T1C3Q2	3
T2C1Q1	3
T2C1Q2	3
T2C2Q1	3
T2C2Q2	3
T2C3Q1	3
T2C3Q2	3
T3C1Q1	3
T3C1Q2	3
T3C2Q1	3
T3C2Q2	3
T3C3Q1	3
T3C3Q2	3

Descriptive Statistics

ent Variable: % PENURUNAN BAKTERI COLI (%)

EL	Mean	Std. Deviation	N
Q1	63.3333	8.9258	3
Q2	58.1800	.0000	3
Q1	70.0000	10.4851	3
Q2	70.1533	10.6663	3
Q1	76.0633	4.1973	3
Q2	75.1533	2.6212	3
Q1	77.5767	3.6724	3
Q2	76.6667	2.6212	3
Q1	79.0900	1.5762	3
Q2	77.5767	3.6724	3
Q1	82.4267	2.6269	3
Q2	81.5167	3.6777	3
Q1	89.5433	3.4325	3
Q2	89.2433	3.8623	3
Q1	92.0300	1.0004	3
Q2	91.2100	2.0491	3
Q1	93.3033	1.5184	3
Q2	92.9700	1.3275	3
	79.7798	10.8853	54

Tests of Between-Subjects Effects

nt Variable: % PENURUNAN BAKTERI COLI (%)

	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ted Model	5438.802 ^a	17	319.930	13.692	.000
pt	343700.218	1	343700.218	14709.437	.000
EL	5438.802	17	319.930	13.692	.000
	841.175	36	23.366		
	349980.195	54			
ted Total	6279.977	53			

Squared = .866 (Adjusted R Squared = .803)

loc Tests

EL

ogeneous Subsets

% PENURUNAN BAKTERI COLI (%)

a,b

PEL	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
Q2	3	58.1800					
Q1	3	63.3333	63.3333				
Q1	3		70.0000	70.0000			
Q2	3		70.1533	70.1533			
Q2	3			75.1533	75.1533		
Q1	3			76.0633	76.0633		
Q2	3			76.6667	76.6667		
Q1	3			77.5767	77.5767		
Q2	3			77.5767	77.5767		
Q1	3			79.0900	79.0900		
Q2	3				81.5167	81.5167	
Q1	3				82.4267	82.4267	
Q2	3					89.2433	89.2433
Q1	3					89.5433	89.5433
Q2	3						91.2100
Q1	3						92.0300
Q2	3						92.9700
Q1	3						93.3033
		.200	.111	.054	.122	.070	.376

for groups in homogeneous subsets are displayed.

on Type III Sum of Squares

ror term is Mean Square(Error) = 23.366.

ises Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Alpha = .05.

ptions

Correlations

		% PENURUNAN BAKTERI COLI (%)	WAKTU PERENDAM AN (MENIT)	KONSENTR ASI (MOL)	DEBIT (L/MENIT)
URUNAN RI COLI (%)	Pearson Correlation	1.000	.854**	.296*	-.055
	Sig. (2-tailed)	.	.000	.030	.692
	N	54	54	54	54
J IDAMAN (M)	Pearson Correlation	.854**	1.000	.000	.000
	Sig. (2-tailed)	.000	.	1.000	1.000
	N	54	54	54	54
ENTRASI (MOL)	Pearson Correlation	.296*	.000	1.000	.000
	Sig. (2-tailed)	.030	1.000	.	1.000
	N	54	54	54	54
(L/MENIT)	Pearson Correlation	-.055	.000	.000	1.000
	Sig. (2-tailed)	.692	1.000	1.000	.
	N	54	54	54	54

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ssion

Variables Entered/Removed^b

Variables Entered	Variables Removed	Method
DEBIT (L/MENIT), KONSENTRASI (MOL), WAKTU PERENDAMAN (MENIT) ^a	.	Enter

^a All requested variables entered.

Dependent Variable: % PENURUNAN BAKTERI COLI (%)

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.906 ^a	.821	.810	4.7473

Predictors: (Constant), DEBIT (L/MENIT), KONSENTRASI (MOL), WAKTU PERENDAMAN (MENIT)

ANOVA^b

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	5153.156	3	1717.719	76.220	.000 ^a
Residual	1126.821	50	22.536		
Total	6279.977	53			

Factors: (Constant), DEBIT (L/MENIT), KONSENTRASI (MOL), WAKTU PERENDAMAN (MENIT)
 Dependent Variable: % PENURUNAN BAKTERI COLI (%)

Coefficients^a

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	41.082	4.358		9.428	.000
WAKTU PERENDAMAN (MENIT)	.752	.053	.854	14.263	.000
KONSENTRASI (MOL)	130.250	26.374	.296	4.939	.000
DEBIT (L/MENIT)	-.594	.646	-.055	-.920	.362

Dependent Variable: % PENURUNAN BAKTERI COLI (%)



LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

FILTRASI BAKTERI DARI AIR TANAH
DENGAN MEDIA
PASIR BERLAPIS ALUMINIUM HIDROKSIDA $Al(OH)_3$

Nama : Firman Ardiyanto
Nim : 99.26.035
Dosen Pembimbing : DR. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi

No.	Tanggal	Catatan / Keterangan	Tanda Tangan
1.	14/08'04.	- Pendahuluan → buatlah Sumber pustaka terbaku. - Metode pend. tinj. di Sajikan ser. Rumit.	
2.	07/02'05	- Perbaiki penyusunan analisis data - Lengkapi pada pembahasan.	
3.	22/02'05	- Susun pembahasan y. mengacu pada bid. penelitian & ditentukan / di form - dijelaskan dengan hasil penelitian di	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura - gura No. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

FILTRASI BAKTERI DARI AIR TANAH
DENGAN MEDIA
PASIR BERLAPIS ALUMINIUM HIDROKSIDA $Al(OH)_3$

Nama : Firman Ardiyanto
Nim : 99.26.035
Dosen Pembimbing : DR. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi

No.	Tanggal	Catatan / Keterangan	Tanda Tangan
4.	3/05/03	Bahas keb. air tanah falden: → bahan kimia → Mikrobiologi Literatur pendukung penelitian -	#
5.	18/03/03	- Revisi penulisan - Buat Abstrak - Setting keycap.	#
6.	14/03/03	- Buat Uraian Simpulan Hasil Ace	#



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura - gura No. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

FILTRASI BAKTERI DARI AIR TANAH
DENGAN MEDIA
PASIR BERLAPIS ALUMINIUM HIDROKSIDA $Al(OH)_3$

Nama : Firman Ardiyanto
Nim : 99.26.035
Dosen Pembimbing : Evy Hendriarianti ST, MMT

No.	Tanggal	Catatan / Keterangan	Tanda Tangan
1.	12/8 '04	Revisi Bab I, II, III	
2.	19/9 '04	Bab I OK! Bab II & III revisi!	
3.	30/9 '04	Bab II OK! Bab III revisi!	
4.	2/9 '04	Bab III OK!	
5.	31/1 '05	Revisi tabel & grafik vte pertumbuhan bakteri coli	
6.	14/2 '05	Revisi grafik 4.1 & 4.2 revisi analisa statistik	
7.	17/2 '05	revisi hasil penelitian dan uji statistik	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura - gura No. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

FILTRASI BAKTERI DARI AIR TANAH
DENGAN MEDIA
PASIR BERLAPIS ALUMINIUM HIDROKSIDA $Al(OH)_3$

Nama : Firman Ardiyanto
Nim : 99.26.035
Dosen Pembimbing : Evy Hendriarianti ST, MMT

No.	Tanggal	Catatan / Keterangan	Tanda Tangan
8.	21/2 '05	Hasil uji Regresi revisi	
9.	24/2 '05	Revisi pembahasan	
10.	3/2 '05	Pembahasan ok! Revisi kesimpulan	
11.	14/3 '05	Revisi kesimpulan & cara kerja	

PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Perbaikan Tugas Akhir untuk mahasiswa :

Nama : FIRMAN ARDIYANTO

Nim : 99.26.035

Jurusan : Teknik Lingkungan.

Judul Tugas Akhir :
.....
.....
.....

Pada Ujian Tugas Akhir :

Hari, Tanggal : SABTU / 2-4-2005

Perbaikan Baca kembali seluruh TAs ini, perbaiki kesalahan pengetikan.
.....
.....
.....

All Edh. diperbaiki

26/05

Malang, 2-4-2005

Dosen Penguji



(RAPHAEL S.)

