

SKRIPSI

**UJI KEMAMPUAN FILTER BATU MARMER DALAM
MENURUNKAN KADAR BESI DAN MANGAN PADA AIR TANAH
DENGAN MENGGUNAKAN ALIRAN DOWNFLOW, BIFLOW DAN
UPFLOW**



Di susun oleh:
MINAR LESTARI .N
00.26.034

**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

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

5002
MUT 010
MUSYAWARAH LOKALISASI INVESTASI
LUKLUANG TEKNIK SIKIT DAN MELAKUKUKAN
TUGASNYA DENGAN PERENCANAAN
MENCERITAKAN SALAH TEKNIK PERENCANAAN

01/03/2023
MUSYAWARAH LOKALISASI INVESTASI
DAN MELAKUKUKAN

PERENCANAAN
DENGAN MENYEDIAKAN ALTERNATIF PERENCANAAN DAN
MENCERITAKAN KANDUNG BESI DAN MANGKAS BADA YAG LAYAK
DAN KEMAMPUAN SIKIT DAN MANGKAS BADA

SKRIPSI

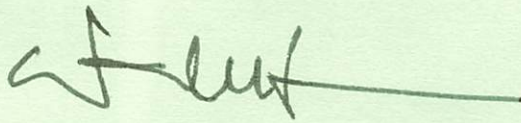
LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**UJI KEMAMPUAN FILTER BATU MARMER DALAM MENURUNKAN
KADAR BESI DAN MANGAN PADA AIR TANAH DENGAN MENGGUNAKAN
ALIRAN DOWNFLOW, BIFLOW DAN UPFLOW**

Oleh :
Minar Lestari. N
00.26.034

Menyetujui
Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Wahyono Hadi, Msc. PhD
NIP. 130806286

Mengetahui
Ketua Jurusan/Prodi Teknik Lingkungan



Sudiro, ST. MT

NIP. Y. 1039900327

LEMBAR PENGESAHAN

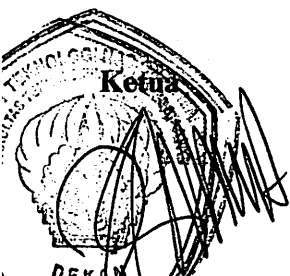
SKRIPSI

**JI KEMAMPUAN FILTER BATU MARMER DALAM MENURUNKAN KADAR
ESI DAN MANGAN PADA AIR TANAH DENGAN MENGGUNAKAN ALIRAN
DOWNFLOW, BIFLOW DAN UPFLOW**

**Oleh :
Minar Lestari. N
00.26.034**


*Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Ujian Komprehensif Skripsi
Jurusan/Program Studi Teknik Lingkungan Jenjang Strata satu (S-1), dan diterima untuk
memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada tanggal 19 September
2005.*

**Mengetahui
Panitia Ujian Komprehensif Skripsi**

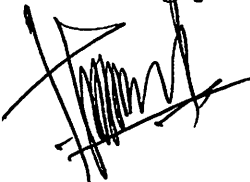


**Agustine Nurul Hidayah, MTP
NIP. P. 103 900 214**


Sekretaris


**Sudiro, ST. MT
NIP. V. 1039900327**

Dewan Penguji I


**Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327**

Dewan Penguji II


**Evy Hendriarianti, ST. MMT
NIP. P. 1030300382**

MINAR UCAPIN BANYAK TERIMA KASIH KEPADA

ALLAH SWT atas izin - Nya hingga Minar bisa menyelesaikan hingga saat ini.

NABI MUHAMMAD SAW... atas safaatnya pada seluruh umat muslim.

"BAPAK dan MAMA" atas segala perhatian, dukungan serta lantunan doa yang di panjatkan disetiap detak jantung dan arah langkah Minar hingga saat ini.

Kak Wati, Adik Rudi, Adik Yuli, Adik Adi & keluarga besarku di Balikpapan terima kasih atas dukungan dan doanya untuk Minar.

Abang Mumun Terchayang... makasih atas pengertiannya, perhatiannya, bantuannya, nasehatnya dan kesabarann abang menemani Minar hari ke hari. Thanks banget atas semuanya.

Buat Teman-teman kosqu

Mba Nita (mbokde banget), makasih buaanyak udah nemenin Minar pergi kemana aja, mau dengerin keluh kesah Minar, udah asih pinjaman (tebengan) perlengkapan seminar mulai seminar judul ampe kompre dan udah asih spirit ke Minar.

Inung (Kunta Kunti), thanks bangeet udah mau dengerin curhatqu sampe berliuran dengan petuah dan candanya yang ga bosen - bosen dan ga habis - habisnya, nemenin aqu kemana aja, dan asih pinjaman modal.

Eci (Ecol bahen), makasih yaa mau nemenin Minar, menghibur Minar dengan nyayian mautnya ala Indonesian Idol dan asih pinjaman dasi.

Uli semok, makasih udah sering dengerin curhat Minar ampe elek, nemenin Minar, dan asih semangat ke Minar tuk ngerjain skripsi.

Lisa (si putri solo alias sulawesi campur bugis), makasih banyaak yoo, mau dengerin curhat dan nemenin Minar.

ba Feni, gimana dengan bronisnya, udah dapet apa belum? Oh ya, makasih juga ya udah mau dengerin Minar kalo berkesah.

ega (si ibu guru cantik), makasih ya...udah sering bantu ba kalo lagi susah.

Abang Antuk (karena suka tidur melulu), makasih banget - banget ya..., udah sering minjamin motor, smoga abang antuk juga cepet selesai TA nya.

as Ony, Ady dan Angga, thanks ya.." udah sering minjamin Minar Flash disknya.

aya, makasih udah asih spirit ke Minar nerjain skrpisi.

For all My Friends

Sari cah ayu dewe, Dewi muuanis, makasih banyak yaa.....atas bantuannya dalam penelitian dan pengerjaan skripsi Minar.

Syamsi, aq ucapin banyak terima kasih, karena Syamsi udah sering bantuin Minar erjain tugas besar. Gmn kabar k-moe di Lombok????

Ndah (sahabatku yang paling imut....) makasih ya Ndah, udah sering nemenin Minar dan asih semangat ke Minar untuk bisa lulus Desember 2005. Gmn nih asanya jadi orang Makasar ????"

Ina canyang, (sahabatuku yang paling caem), thanks bangeet nih, udah mau nemenin aq kemana aja, mau dengerin kesahku, dan asih pinjaman doit.

Devi anak manis, makasih ya.. udah sering nemenin mbanya kemana aja, bantuin penelitian mbanya dan juga mau dengerin curhat mbanya.

Putu (mas boy), very - very thanks you atas waktunya, dan kesabaran dalam senyumnya yang hangat dan khas dalam membantu menyelesaikan penelitian mba.

Nila, Linda, Eda, temen-temenku yang baik, makasih juga atas bantuannya. Minar cuman bisa berdoa smoga kalian selalu diberi kelancaran dan kemudahan.

ABTRAKSI

Lestari Minar. N, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, September 2005, Uji Kemampuan Filter Batu Marmer Dalam Menurunkan Kadar Besi dan Mangan Pada Air Tanah Dengan Menggunakan Aliran Downflow, Biflow dan Upflow. Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Wahyono Hadi, Msc. PhD

Air adalah unsur yang paling penting bagi kehidupan makhluk hidup di muka bumi, akan tetapi pada beberapa air tanah terdapat kandungan Fe dan Mn yang tinggi. Salah satu persyaratan kimia yang menyebabkan air tidak layak dikonsumsi adalah Fe dan Mn yang tidak sesuai baku mutu. Selama ini proses pengolahan Fe dan Mn dilakukan dengan metode presipitasi dengan filtrasi, pertukaran ion, dan stabilisasi dengan polyphosphat baik secara fisik dan kimia, dimana diperlukan keterampilan khusus serta biaya yang relatif mahal. Salah satu alternatif pengolahan yang digunakan untuk mengatasi terkontaminasinya air oleh Fe dan Mn tanpa harus mengeluarkan biaya yang mahal adalah dengan menggunakan filter batu marmer, karena batu marmer dengan porositas 10% - 20% dan permeabilitas 0,0003-0,1 m/hr dapat digunakan sebagai media adsorpsi. Tujuan dari penelitian ini yang pertama adalah untuk mengetahui kemampuan filter batu marmer terhadap penurunan kadar Fe dan Mn pada air tanah dengan menggunakan aliran downflow, biflow dan upflow. Tujuan yang kedua adalah untuk mengetahui kemampuan filter batu marmer terhadap penurunan kadar Fe dan Mn pada air tanah bila ditambahkan kapur dengan menggunakan aliran downflow, biflow dan upflow dan tujuan yang ketiga adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh debit aliran filtrasi dan lamanya filtrasi berlangsung terhadap uji kemampuan filter batu marmer dalam menurunkan kadar Fe dan Mn pada air tanah dengan menggunakan aliran downflow, biflow dan upflow.

Pada penelitian ini, variabel terikat yang digunakan adalah kadar Fe dan Mn, sedangkan variabel bebas yang digunakan meliputi variasi aliran (downflow, biflow, upflow), variasi debit aliran (125 ml/mnt, 135 ml/mnt, 145 ml/mnt), variasi waktu aliran (0 mnt, 15 mnt, 30 mnt). Untuk melakukan berbagai analisis terhadap data dilakukan analisa statistik dengan ANOVA, uji Duncan, korelasi dan regresi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa filter batu marmer mampu menurunkan kadar Fe dan Mn pada air tanah dengan menggunakan aliran downflow, biflow dan upflow dengan persentase penurunan Fe dan Mn tertinggi tanpa penambahan kapur, yakni Fe 87,38% dan Mn 80,70% (aliran downflow), Fe 82,19% dan Mn 74,49% (aliran biflow), Fe 70,87% dan Mn 61,05% (aliran upflow), sedangkan presentase penurunan Fe dan Mn tertinggi dengan penambahan kapur, yakni Fe 88,67% dan Mn 81,75% (aliran downflow), Fe 78,64% dan Mn 77,89% (aliran biflow), Fe 78,64% dan Mn 66,32% (aliran upflow). Filter batu marmer ini mempunyai kemampuan untuk menurunkan kadar Fe dan Mn dengan menggunakan aliran downflow, biflow dan upflow tertinggi yaitu pada variasi debit aliran 125 ml/mnt, waktu aliran 30 mnt.

Kata kunci: Air Tanah, Fe, Mn, Filter batu marmer aliran downflow, biflow dan upflow

KATA PENGANTAR

Bismillahirrokhmanirrokhim

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Uji Kemampuan filter Batu Marmer Dalam Menurunkan Kadar Fe dan Mn Pada Air Tanah Dengan Menggunakan Aliran Downflow, Biflow dan Upflow*”. Skripsi ini untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana S-1 bagi mahasiswa Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. terselesainya laporan ini tidak lepas atas keikutsertaan pihak-pihak yang dengan ikhlas membantu dalam penyusunan laporan ini. Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak, Mama, dan Keluarga Besar di Balikpapan yang selalu memberikan dorongan moral dan material dalam memperlancar proses akademik selama ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Wahyono Hadi, Msc. PhD, selaku dosen pembimbing yang dengan sabar dan bijaksana dalam memberikan petunjuk kepada penyusun dalam penyusunan skripsi ini
3. Bapak Sudiro, ST. MT, selaku dosen pembahas dan penguji I, dan selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
4. Ibu Evi Hendriarianti, ST. MMT, selaku dosen pembahas dan dosen penguji II dalam memberikan arahan dan saran dalam penyusunan skripsi
5. Ibu Anis Artiyani ST, selaku kepala laboratorium lingkungan yang telah memberikan ijin dan sarana dalam pelaksanaan penelitian di laboratorium
6. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso; MSi, Bapak Hardianto ST; Bapak Bovy ST, selaku Dosen Pengajar Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.

7. Rekan-rekan yang telah banyak membantu penyusun khususnya keluarga besar Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.

Sebagai manusia biasa, penyusun sadar bahwa masih banyak kekurangan pada laporan ini. Oleh karena itu penyusun menerima kritikan dan saran yang bersifat membangun kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata, penyusun berharap semoga laporan ini nantinya dapat berguna dan menjadi petunjuk serta pengarahannya bagi semua pihak, khususnya untuk perkembangan teknologi disaat ini.

Wassalam

Malang, 1 Oktober 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAKSI.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitan.....	2
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Air Tanah.....	4
2.1.2 Pengertian Air Tanah.....	4
2.1.2 Keberadaan Besi dan Mangan.....	6
2.1.3 Kosentrasi pH.....	9
2.1.4 Marmer.....	11
2.1.5 Adsorpsi.....	12
2.1.6 Filtrasi.....	16
2.1.7 Mekanisme Filtrasi.....	16
2.1.8 Jenis – Jenis Filter.....	18

2.1.9 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Proses Filtrasi.....	21
2.1.10 Hidrolika Filtrasi.....	25
2.2 Landasan Teori.....	25
2.1.2 Fungsi Marmer Terhadap Proses Filtrasi.....	25
2.1.2 Faktor Yang Mempengaruhi Pada Adsorpsi Secara Kontinyu.....	26

BAB III METODE PENELITIAN.....27

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	27
3.2 Alat Dan Bahan.....	27
3.3 Variabel Peneltian.....	27
3.4 Sampel.....	28
3.5 Cara Kerja.....	29
3.6 Pelaksanaan Percobaan.....	29
3.7 Analisa Data.....	30
3.8 Kerangka Penelitian.....	31
3.9 Gambar Alat.....	32
3.9.1 Filter Downflow.....	32
3.9.2 Filter Biflow.....	33
3.9.2 Filter Upflow.....	34

BAB IV HASIL DAN KESIMPULAN

4.1 Hasil Penelitian Aliran Downflow, Biflow dan Upflow.....	35
4.1.1 Penurunan Besi Tanpa Penambahan Kapur.....	35
4.2 Analisa Konsentrasi Akhir Besi.....	37
4.2.1 Analisa Deskriptif Besi.....	37
4.2.2 Analisa ANOVA.....	40
4.2.3 Analisa Korelasi	47
4.2.4 Analisa Regresi.....	49
4.3 Penurunan Mangan Tanpa Penambahan Kapur.....	53
4.4 Analisa Konsentrasi Mangan Akhir.....	55
4.4.1 Analisa Deskriptif Mangan.....	55

4.4.2 Analisa ANOVA.....	59
4.4.3 Analisa Korelasi.....	65
4.4.4 Analisa Regresi.....	67
4.5 Penurunan Besi Dengan Penambahan Kapur.....	71
4.6 Analisa Konsentrasi Akhir Besi.....	73
4.6.1 Analisa Deskriptif Besi.....	73
4.6.2 Analisa ANOVA.....	76
4.6.3 Analisa Korelasi.....	83
4.6.4 Analisa Regresi.....	85
4.7 Penurunan Mangan Dengan Penambahan Kapur.....	90
4.8 Analisa Konsentrasi Akhir Besi.....	92
4.8.1 Analisa Deskriptif Bssi.....	92
4.8.2 Analisa ANOVA.....	95
4.8.3 Analisa Korelasi.....	103
4.8.4 Analisa Regresi.....	105
4.9 Pembahasan Aliran Downflow, Biflow dan Upflow.....	109
4.9.1 Presentase Penurunan Besi Tanpa Penambahan Kapur.....	109
4.9.2 Presentase Penurunan Mangan Tanpa Penambahan Kapur.....	113
4.9.3 Presentase Penurunan Besi Tanpa Penambahan Kapur.....	117
4.9.4 Presentase Penurunan Mangan Tanpa Penambahan Kapur.....	121
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	124
5.1 Kesimpulan	124
5.2 Saran.....	125

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Mineral Yang Mengandung Besi dan Mangan	7
Tabel 4.1 Data Konsentrasi Akhir Fe Tanpa Penambahan Kapur.....	35
Tabel 4.2 Data Nilai pH.....	36
Tabel 4.3 Data Persentase Penurunan Konsentrasi Besi.....	38
Tabel 4.4 Hasil Uji ANOVA.....	40
Tabel 4.5 Hasil Uji Duncan.....	42
Tabel 4.6 Korelasi	47
Tabel 4.7 Hasil Uji Regresi.....	49
Tabel 4.8 Persamaan Regresi.....	50
Tabel 4.9 Persamaan R square.....	50
Tabel 4.10 Data Konsentrasi Mn Tanpa Penambahan Kapur.....	53
Tabel 4.11 Data Nilai pH Tanpa Penambahan Kapur.....	54
Tabel 4.12 Presentase Penurunan Konsentrasi Mangan.....	56
Tabel 4.13 Hasil Uji ANOVA Presentase Penurunan Mangan.....	59
Tabel 4.14 Hasil Uji Duncan Presentase Penurunan Konsentrasi Mn.....	60
Tabel 4.15 Korelasi Antara Konsentrasi Besi Dengan Aliran, Debit dan Waktu.....	58
Tabel 4.16 Hasil Uji Regresi ANOVA Presentase Penurunan Konsentrasi Mangan.....	68
Tabel 4.17 Tabel Regresi Presentase Penurunan Konsentrasi Mangan.....	68
Tabel 4.18 Tabel Persamaan R Square Presentase Penurunan Mangan.....	68
Tabel 4.19 Tabel Data Konsentrasi Akhir Fe Dengan Penambahan Kapur.....	71
Tabel 4.20 Data Nilai pH Dengan Penambahan Kapur.....	72
Tabel 4.21 Presentase Penurunan Besi.....	74
Tabel 4.22 Hasil Uji ANOVA Presentase Penurunan Konsentrasi Besi.....	77
Tabel 4.23 Hasil Uji Duncan Presentase Penurunan Konsentrasi Besi.....	78
Tabel 4.24 Korelasi Antara Presentasi Besi Dengan Aliran, Debit, Waktu.....	71
Tabel 4.25 Hasil Uji Regresi ANOVA Presentase Penurunan Konsentrasi Besi.....	84

Tabel 4.26 Tabel Persamaan Regresi Presentase Penurunan Konsentrasi Besi	86
Tabel 4.27 Tabel Persamaan R Square Persentase Penurunan Konsentrasi Besi.....	86
Tabel 4.28 Data Kosentrasi Akhir Mn Dengan Penambahan Kapur.....	90
Tabel 4.29 Data Nilai pH Dengan Penambahan Kapur.....	91
Tabel 4.30 Presentase Penurunan Konsentrasi Mangan.....	93
Tabel 4.31 Hasil Uji ANOVA Presentase Penurunan Konsentrasi Mangan.....	96
Tabel 4.32 Hasil Uji Duncan Presentase Penurunan Konsentrasi Mangan.....	97
Tabel 4.33 Korelasi Antara Konsentrasi Besi Dengan Aliran, Debit, Waktu.....	103
Tabel 4.34 Hasil Uji Regeresi ANOVA Presentase Penurunan Kosentrasi Mangan.....	105
Tabel 4.35 Tabel Persamaan R Square Persentase Penurunan Konsentrasi Besi.....	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Grafik Persentase Removal Konsentrasi Besi.....	40
Gambar 4.2 Grafik Persentase Removal Konsentrasi Mangan.....	58
Gambar 4.3 Grafik Persentase Removal Konsentrasi Besi.....	76
Gambar 4.4 Grafik Persentase Removal Konsentrasi Mangan.....	94
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Debit dan Waktu Terhadap Penurunan % Fe.....	108
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Debit dan Waktu Terhadap Penurunan % Mn.....	112
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Debit dan Waktu Terhadap Penurunan % Fe.....	116
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Debit dan Waktu Terhadap Penurunan % Mn.....	120

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Mineral Yang Mengandung Besi dan Mangan	7
Tabel 4.1 Data Konsentrasi Akhir Fe Tanpa Penambahan Kapur.....	35
Tabel 4.2 Data Nilai pH.....	36
Tabel 4.3 Data Presentase Penurunan Konsentrasi Besi.....	38
Tabel 4.4 Hasil Uji ANOVA.....	40
Tabel 4.5 Hasil Uji Duncan.....	42
Tabel 4.6 Korelasi	47
Tabel 4.7 Hasil Uji Regresi.....	49
Tabel 4.8 Persamaan Regresi.....	50
Tabel 4.9 Persamaan R square.....	50
Tabel 4.10 Data Konsentrasi Mn Tanpa Penambahan Kapur.....	53
Tabel 4.11 Data Nilai pH Tanpa Penambahan Kapur.....	54
Tabel 4.12 Presentase Penurunan Konsentrasi Mangan.....	56
Tabel 4.13 Hasil Uji ANOVA Presentase Penurunan Mangan.....	59
Tabel 4.14 Hasil Uji Duncan Presentase Penurunan Konsentrasi Mn.....	60
Tabel 4.15 Korelasi Antara Konsentrasi Besi Dengan Aliran, Debit dan Waktu.....	58
Tabel 4.16 Hasil Uji Regresi ANOVA Presentase Penurunan Konsentrasi Mangan.....	68
Tabel 4.17 Tabel Regresi Presentase Penurunan Konsentrasi Mangan.....	68
Tabel 4.18 Tabel Persamaan R Square Presentase Penurunan Mangan.....	68
Tabel 4.19 Tabel Data Konsentrasi Akhir Fe Dengan Penambahan Kapur.....	71
Tabel 4.20 Data Nilai pH Dengan Penambahan Kapur.....	72
Tabel 4.21 Presentase Penurunan Besi.....	74
Tabel 4.22 Hasil Uji ANOVA Presentase Penurunan Konsentrasi Besi.....	77
Tabel 4.23 Hasil Uji Duncan Presentase Penurunan Konsentrasi Besi.....	78
Tabel 4.24 Korelasi Antara Presentasi Besi Dengan Aliran, Debit, Waktu.....	71
Tabel 4.25 Hasil Uji Regresi ANOVA Presentase Penurunan Konsentrasi Besi.....	84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar perlengkapan penelitian	126
1.1 Gambar Filter Batu Marmer	127
1.2 Gambar Oven	128
1.3 Gambar Timbangan	129
Lampiran 2 Hasil analisa statistik (SPSS)	130
2.1 Analisa statistik Besi (Fe).....	131
2.2 Analisa statistik Mangan (Mn).....	135
Lampiran 3 Data analisa di laboratorium Universitas Brawijaya.....	140
3.1 Analisa pH.....	141
3.2 Analisa Fe dan Mn.....	155
Lampiran 4 Langkah untuk menganalisa Fe dan Mn.....	162
4.1 Analisa Fe.....	163
4.2 Anlisa Mn.....	163

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah unsur yang paling penting bagi kelangsungan hidup makhluk hidup di muka bumi. Untuk menjadikan agar air dapat memenuhi syarat dan layak untuk dikonsumsi, maka air tersebut harus memenuhi standar baku mutu air minum yang mencakup syarat kimia, biologi, dan radioaktif. Salah satu persyaratan kimia yang dapat menyebabkan air tidak layak untuk dikonsumsi adalah besi dan mangan. Bagi masyarakat yang mengkonsumsi air tanah yang kadar Fe dan kadar Mn yang tinggi akan memberikan dampak seperti adanya noda – noda pada peralatan dan bahan – bahan berwarna putih, menyebabkan berkembangnya mikroorganisme di sistem distribusi, menyebabkan air berbau dan berasa bahkan dapat menyebabkan rusaknya organ tubuh. Berdasarkan standar konsentrasi maksimum Fe dalam air minum oleh Dep. Kes R.I sebesar 0,1 – 1,0 mg/l. Sedangkan untuk konsentrasi standar maksimum untuk Mn sebesar 0,05 – 0,5 mg/l.

Selama ini pengolahan Fe dan Mn dilakukan dengan metode antara lain presipitasi dengan filtrasi, pertukaran ion, dan stabilisasi dengan polyphosphat baik secara fisik dan kimia. Untuk melakukan pengolahan tersebut diperlukan keterampilan khusus disamping juga dari segi biayanya lebih mahal. Metode ini kurang cocok untuk diterapkan di daerah pedesaan, maka dari itu perlu adanya pengolahan air yang mengandung Fe dan Mn dengan biaya yang relatif murah. (*Ir, M. Razif, 1985*).

Salah satu alternatif pengolahan air minum agar terbebas dari kadar Fe dan Mn yang berlebih tanpa harus mengeluarkan biaya yang banyak yakni dengan menggunakan filter batu marmer, karena batu marmer sebagai media adsorpsi memiliki porositas 10%- 20% dan permeabilitas 0,0003–0,1 m/hr. (*Montgomery, 1987*).

Filter batu marmer tersebut diharapkan dapat berfungsi untuk menurunkan kadar Fe (besi) dan Mn (mangan) pada air minum dengan pengaplikasian pada instalasi penyediaan air dengan kapasitas kecil dan sangat cocok untuk diterapkan di negara yang sedang berkembang, khususnya daerah pedesaan.

1.2 Perumusan masalah

1. Bagaimana kemampuan filter batu marmer terhadap penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air tanah dengan menggunakan aliran downflow, biflow dan upflow ?
2. Bagaimana kemampuan filter batu marmer terhadap penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) bila ditambahkan kapur dengan menggunakan aliran downflow, biflow dan upflow ?
3. Seberapa besar pengaruh debit aliran filtrasi dan lamanya filtrasi berlangsung terhadap uji kemampuan filter batu marmer dalam menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air tanah dengan menggunakan aliran downflow, biflow dan upflow ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kemampuan filter batu marmer dalam menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air tanah dengan menggunakan aliran downflow, biflow dan upflow.
2. Mengetahui kemampuan filter batu marmer dalam menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) bila ditambahkan kapur dengan menggunakan aliran downflow, biflow dan upflow.
3. Mengetahui pengaruh debit aliran filtrasi dan lamanya filtrasi berlangsung terhadap uji kemampuan filter batu marmer dalam menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air tanah dengan menggunakan aliran downflow, biflow dan upflow.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Mempermudah masyarakat khususnya daerah pedesaan dalam memperoleh air tanah dengan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) yang memenuhi standar baku mutu.
2. Mengetahui bahwa batu marmer dapat digunakan sebagai media adsorpsi.
3. Pengembangan teknologi tepat guna dalam penyediaan air bersih.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Dari tujuan penelitian diatas, direncanakan ruang lingkup penelitian adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan adalah sampel buatan Fe dengan konsentrasi 1,03 ppm dan Mn 0,95 ppm.
2. Membuat alat filter dengan skala laboratorium.
3. Media yang digunakan yakni batu marmer dengan ukuran diameter butiran 8 mesh.
4. Parameter pokok analisis adalah Fe, Mn dan pH (pH hanya sebagai kontrol).
5. Menganalisa sampel di outlet dengan variasi:
 - variasi aliran yakni: downflow, biflow, upflow
 - debit aliran filtrasi yakni: 125 ml/mnt, 135 ml/mnt, 145 ml/mnt
 - lamanya filtrasi yakni: 0 menit, 15 menit, 30 menit

BAB II

TINJAUAN PUTAKA

2.1 Pengertian

Dalam penelitian ini perlu di definisikan secara operasional tentang air tanah, karakteristik besi (Fe) dan mangan (Mn), konsentrasi pH, marmmer dan adsorpsi.

2.1.1 Air Tanah

Sebagian besar permukaan bumi di tutupi oleh air seperti danau-danau dan di sungai - sungai. Banyak air terkandung dalam pori-pori dan dalam celah-celah tanah dan batuan di bawah permukaan bumi ini menjadi sumber mata air, anak sungai dan mengisi sumur-sumur.

Air tanah atau di bawah permukaan bumi merupakan salah satu dari sumber air yang berasal dari bentuk curahan-curahan lainnya. Terdapat juga berbagai kemungkinan sumber lainnya, seperti dari uap yang naik dari magma – yaitu bahan-bahan terlebur atau yang berada jauh di dalam tanah. Tetapi air yang terjebak dalam formasi-formasi batuan yang berasal dari magma menyusun suatu bagian yang sangat kecil dari jumlah total air tanah.

Jumlah air tercurah yang akan merembes ke dalam tanah dari permukaan akan bergantung pada berbagai faktor. Tentu saja faktor ynag penting adlah jumlah total curahan air. Lereng daratan tempat jatuhnya hujan adalah faktor penentu lain. Makin curam lereng akan makin besar air permukaan yang lolos. (Meinzer, 1984) Air permukaan yang lolos ke dalam tanah akan membawa berbagai unsure termasuk karbon yang dapat menentukan kandungan karbon sebagai senyawa karbondioksida ini menjadi agresif dan dapat merusak logam membentuk oksida logam (karat pada besi) sehingga air tanah memerlukan perlakuan yang cukup sebelum digunakan.

Air tanah merupakan sumber air bagi masyarakat yang dapat berupa mata air atau sumur, baik berbentuk sumur gali, sumur pompa dalam maupun sumur dangkal.

Dalam memenuhi kebutuhan air bersih telah banyak dilakukan usaha untuk mendapatkan sumber air baru misalnya dengan mesin pompa, sumur bor, mata air dan lain-lainnya (Winarno, 1982)

Untuk mendapatkan air tanah yang memenuhi syarat kesehatan diperlukan cara perolehan sumber air tanah yang benar. Dengan bor misalnya, kedalaman sumur bor di anjurkan minimal tiga meter, karena pada kedalaman lebih dari tiga meter berbagai bakteri yang merugikan tidak dapat hidup sehingga air tanah yang di ambil bebas dari pencemaran bakteri. (Winarno, 1982).

Pada musim kering sumur bor tidak mengalami banyak gangguan dan tidak bergantung pada curah hujan yang ada. Aliran air tanah tersebut sangat lambat sekitar 0,3 meter setiap harinya (Winarno, 1982) yang tergantung pada air hujan biasanya sumur dangkal yang mempunyai kedalaman kurang dari 15 meter dan sumur dangkal inilah yang banyak di manfaatkan hampir semua rumah tangga di Indonesia.

a. Sifat air tanah

Air tanah merupakan salah satu sumber air yang mana digunakan untuk memenuhi kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia maupun makhluk hidup lainnya.

Pada umumnya air tanah mempunyai sifat-sifat tertentu sebagai sumber air bersih. Adapun sifat-sifat dari air tanah tersebut adalah sebagai berikut:

1. pH air antara 6 – 8,5
2. CO₂ agresif tinggi
3. Mudah melarutkan garam-garam
4. Biasanya syarat bakteriologis kurang cukup, terutama dengan adanya bakteri Coli yang terdapat menyebabkan sakit perut.
5. Kadar Fe³⁺ tinggi yang menimbulkan bercak pada pakaian.
6. Kadar NO tinggi akan bersifat racun

(Sitepoe, 1997)

b. Komposisi air tanah

Komposisi atau susunan bahan yang terkandung dalam air tanah pada umumnya di bagi menjadi 4 (empat) bagian yaitu mikroorganisme, padatan tidak terlarut dan gas-gas.

1. Mikroorganisme :

- a) Bakteri , sebagai penyebab berbagai penyakit.
- b) Alga, protozoa, penyebab bau ,warna dan kekeruhan (turbidity)

2. Padatan tidak terlarut :

Lumpur berupa pasir halus dan zat-zat organik yang dapat menyebabkan warna gelap (keruh) pada air.

3. Padatan yang terlarut dalam air yang terdiri dari :

- a) Bikarbonat : penyebab kesadahn dan alkanitas pada air, sifat basa mempunyai efek pelunakan
- b) Karbonat : penyebab kesadahan dan alkanitas pada air, sifat basa mempunyai efek perlunakan.
- c) Sulfat : penyebab kesadahn pada air ,berbuih dalam steam boiler.
- d) Fluorida : menyebabkan bintik-bintik pada email gigi.
- e) Mangan : menyebabkan warna coklat pada pakaian
- f) Besi : timbul bau dan warna koloid pada air

4. Berupa gas-gas yang terdiri dari :

- a) Karbon dioksida, penyebab korosi pada logam, bersifat asam.
- b) Hidrogen sulfide, bau seperti telur busuk sifat asam dan korosif pada logam (Sitepoe, 1997)

2.1.2 Keberadaan Besi dan Mangan

Kehadiran besi dan mangan di air tanah biasanya ditandai oleh adanya pelarutan dari batuan dan mineral oksida, sulfid karbonat dan silikat-silikat yang

mengandung logam Fe dan Mn. Tabel 2.1 memperlihatkan beberapa hubungan penting antara mineral-mineral dengan besi dan mangan.

Tabel 2.1 Mineral yang mengandung besi dan logam

FORMULA	MINERALOGICAL NAME
Fe _{0,95} O.....	Wustite
Fe ₂ O ₃	Hematite
2Fe ₂ O ₃ .3HO.....	Limonite
Fe ₃ O ₄	Magnetite
FeS ₂	Troilite
FeCO ₃	Pyrite
Fe ₂ SiO ₄	Siderite
FeOOH.....	Goethite
MnO.....	Manganosite
Mn ₃ O ₄	Hausmanite
γ-MnOOH.....	Manganite
β-MnO ₂	Pyrolusite
MnCO ₂	Rhodochrosite
MnS.....	Alabandite
MnSiO ₃	Rhodonite
Mn ₂ SiO ₃	Theproite

Sumber : Water Quality and Treatment

Besi juga ada di mineral–mineral silikat dari batuan berapi, pyroxenes, amphiboles dan beberapa mika biasanya mengandung besi. Besi juga terdapat dalam berbagai variasi oksida seperti magnetic (Fe₃O₄), hematite (Fe₂O₃) dan limonit (2Fe₂O₃.3H₂O). Disamping itu mineral sulfide dan karbonat juga sumber penting dari besi, meliputi Fe₂S₂ dan FeCO₃. Mangan banyak terdapat dalam batuan sedimen dan metamorfosa. Oksida mangan seperti magnetic (MnOOH), pyrolusite (MnO₂), dan hausmannite (Mn₃O₄) akan terakumulasi didalam air tanah dari proses pelarutan

batuan. Dari tabel 2.1 menunjukkan bahwa mineral yang mengandung mangan kurang melimpah dibandingkan besi lebih banyak ditemukan daripada mangan di dalam air tanah.

Besi terdapat dalam air tanah dan mineral dalam bentuk yang tak terlarut, yaitu sebagai ferri oksida dan ferosulfida. Pada daerah – daerah tertentu terdapat sebagai ferro karbonat yang agak mudah larut.

Di beberapa tempat, besi terdapat dalam tanah sebagai senyawa ferri yang tak mudah larut. Selama kadar oksigen terlarut cukup besar, air didaerah ini tidak mengandung besi walaupun kandungan CO_2 nya cukup tinggi. CO_2 ini berasal dari organic matter tanah yang mengalami dekomposisi oleh bakteri. Akan tetapi jika kandungan oksigen terlarut habis, ion ferri akan tereduksi menjadi ion ferro dan akan terdapat dalam air. Mangan pada dasarnya terdapat dalam tanah sebagai MnO_2 yang sangat tidak mudah larut dalam air yang mengandung CO_2 . Dalam kondisi anaerobic Mn^{+4} akan tereduksi menjadi Mn^{+2} yang sangat mudah larut dalam air.

Air yang mengandung besi atau mangan apabila kontak dengan udara akan menjadi keruh dan terlihat tidak menyenangkan karena terbentuknya endapan koloidal Fe^{+3} dan Mn^{+4} dalam air akibat oksidasi yang terjadi. Kecepatan oksidasi akan bertambah dengan hadirnya katalis anorganik tertentu, atau aktivitas mikroorganisme.

Menurut Breland dan Robinson (1967), adanya jumlah tertentu dari kedua logam ini dalam suatu suplai air dapat mengakibatkan masalah bagi konsumen.

Permasalahan yang ditimbulkan oleh besi:

1. Kosentrasi dalam jumlah besar memberi rasa dan bau pada air.
2. Produk industri, seperti kertas dan kulit dapat memudarkan warna
3. Meninggalkan noda pada pakaian, porselin dan peralatan dapur
4. Mempercepat penyumbatan pada pipa-pipa dengan adanya peningkatan pertumbuhan bakteri besi. Bakteri besi tersebut menyebar dan menimbulkan air berwarna merah.

Permasalahan yang ditimbulkan adanya mangan hampir sama dengan besi yaitu:

1. Dapat menyebabkan rasa pada kosentrasi tinggi

2. Peralatan dapur ternoda coklat sampai kehitam – hitaman.
3. Dalam jumlah besar dapat menimbulkan gangguan kesehatan

Karena kondisi yang merugikan akibat logam ini, sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan PERMENKES NO. 146/MENKES/PER/IX/1990 maka standar kualitas air bersih untuk besi ditetapkan adalah 1 mg/lit dan standar kualitas air bersih untuk mangan adalah 0,5 mg/lit adalah merupakan batas konsentrasi maksimal yang diperbolehkan.

Metode untuk mengurangi besi dan mangan dalam air sumur menurut Reh (1972),

Bahwa proses yang dapat digunakan untuk menurunkan besi dan mangan dari air adalah:

1. Oksidasi dengan oksigen, Chlor atau Potasium Permanganat yang diikuti dengan pengendapan dan penyaringan.
2. Ion exchange, dimana pemisah mengambil ion bermasalah dan melepas ion yang terdapat pada media pemisah.
3. Stabilisasi, dimana pemisahan mangan seperti proses pelunakan air.

2.1.3 Kosentrasi pH

Kosentrasi ion hydrogen (H^+) dalam suatu cairan dinyatakan dengan pH. Organisme sangat sensitif terhadap perubahan ion hydrogen. Pada proses penjernihan air dan air limbah pH menjadi indikator untuk meningkatkan efisiensi proses penjernihan. Air limbah pertambangan atau pertanian mengakibatkan tingginya kosentrasi ion hydrogen sehingga membahayakan kehidupan air. Tingginya kosentrasi ion hydrogen, menunjukkan perairan bersifat asam. Sebaliknya cairan basa menunjukkan kosentrasi ion hidroksil (OH) lebih tinggi daripada kosentrasi ion hydrogen.

Molekul air memiliki kemampuan terurai sangat lambat. Air yang netral memiliki kosentrasi ion hydrogen dan hidroxil yang sama. Apabila kedua kosentrasi ion tersebut selalu tetap, dan disebut produk konstan yang ada di air.

pH merupakan suatu ekspresi dari konsentrasi ion hydrogen (H^+) didalam air. Besarannya dinyatakan dalam minus logaritma dari konsentrasi ion H. Sebagai contoh, kalau ada pernyataan pH 6, itu artinya konsentrasi H dalam air tersebut adalah 0,000001 bagian dari total larutan. Karena untuk menuliskan 0,000001 (bayangkan kalau PH 14) terlalu panjang maka orang menglogaritmakan angka tersebut sehingga menjadi -6. Tetapi karena – (negative) dibelakang angka tersebut, yang dinilai kurang praktis, maka orang mengalikannya lagi dengan tanda (minus) sehingga diperoleh angka positif 6. Oleh karena itu, pH diartikan sebagai – (minus) logaritma dari konsentrasi ion H.

$$pH = - \log (H^+)$$

Yang perlu diperhatikan adalah bahwa selisih satu satuan angka pH itu artinya perbedaan konsentrasinya adalah 10 kali lipat. Dengan demikian, apabila selisih angkanya adalah 2 maka perbedaan konsentrasinya adalah $10 \times 10 = 100$ kali lipat. Sebagai contoh pH 5 menunjukkan konsentrasi H sebanyak 0,00001 atau 1/100000 sedangkan pH 6 = 0,000001 atau 1/1000000. Dengan demikian kalau kita menurunkan pH dari 6 ke 5 artinya kita meningkatkan kepekatan ion H^+ sebanyak 10 kali lipat pH sangat penting sebagai parameter kualitas air karena ia mengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi beberapa bahan dalam air. Selain itu dengan mengetahui nilai pH maka kita akan tahu apakah air tersebut sesuai atau tidak untuk dikonsumsi.

Besaran pH berkisar dar 0 (sangat asam) sampai dengan 14 (sangat basa / alkalis). Nilai pH kurang dari 7 menunjukkan lingkungan yang masam sedangkan nilai diatas 7 menunjukkan lingkungan yang basa (alkalin). Sedangkan pH = 7 disebut sebagai netral.

a. Cara menaikkan pH

Menaikkan pH dapat dilakukan dengan memberikan aerasi yang intensif, melewati air melewati pecahan koral, pecahan kulit kerang, potongan batu kapur atau dengan menambahkan dekorasi berbahan dasar kapur seperti tufa, atau pasir koral, dengan melakukan pergantian air.

b. Pengukuran pH

Pengukuran pH dapat menggunakan pH meter, kertas lakmus, dan cara kalori meter pH meter pada dasarnya menentukan kegiatan ion hydrogen menggunakan elektroda yang sangat sensitif terhadap kegiatan ion merubah sigal arus listrik. Cara ini praktis, teliti serta dapat digunakan untuk mengukur pH pada lokasi dan posisi sample.

Ada pula cara lain, dengan menggunakan kertas lakmus dan kalorimeter. Kedua cara tersebut walupun kurang teliti dibandingkan dengan cara pertama, masih dapat digunakan dengan hasil yang memadai.

2.1.4 Marmer

Batuan marmer merupakan salah satu jenis batuan gunung yang terbentuk dari proses metamorfosis batu kapur (lime stone). Proses terjadinya kapur dipengaruhi berbagai faktor. Faktor tersebut antara lain adalah suhu yang tinggi dan tekanan yang tinggi.

a. Suhu tinggi

Pada proses metamorfosis batuan kapur menjadi batuan marmer suhu minimum yang terjadi adalah $100 - 200^{\circ} \text{C}$, sedangkan suhu maksimum yang dibutuhkan $700 - 800^{\circ} \text{C}$.

b. Tekanan tinggi

Tekanan tinggi pada proses metamorfosa ini di karenakan batuan marmer berada di sekitar batuan lainnya ditambah lagi tekanan yang berasal dari batuan diatasnya. Selanjutnya tekanan akan bertambah tinggi karena dipengaruhi oleh kedalaman letak batu marmer yang dalam pula (Montgomery, 1987).

Batuan marmer yang terbentuk dari proses metamorfosis batuan kapur yang mempunyai kesamaan dengan proses rekristilisasi pada batuan kapur. Batuan kapur merupakan batuan endapan yang sebagian besar terdiri atas kalsium karbonat (CaCO_3). Kalsium bikarbonat bercampur dengan berbagai sisa zat – zat kimia lain seperti kuarsa dan batu kapu terjadi karena kegiatan organic. Adanya batu kapur

menunjukkan adanya sisa kehidupan laut seperti karang, kerang – kerang, serta berbagai hewan dan tumbuh – tumbuhan kecil

Batuan marmer di alam mempunyai kandungan CaCO_3 sebesar 56 %, yang merupakan komposisi kimia dan batuan marmer. Adanya sifat kekerasan dan rongga batu atau lebih dikenal dengan porositas pada batuan marmer adalah sebesar 10– 20 %, dan permeabilitas 0,0003 – 0,1 m /hr, menunjukkan sifat fisik marmer dapat berfungsi sebagai media adsorpsi. (Montgomery, 1987).

Porositas dan permeabilitas pada media adsorben di pengaruhi oleh bentuk pecahan-pecahan dari media itu sendiri. Pecahan-pecahan media mempunyai berbagai macam bentuk antara lain adalah sebagai berikut (Montgomery, 1987):

1. Bentuk kristal

Bantuan yang terbentuk kristal ini mempunyai porositas yang kecil dan permeabilitas yang kecil pula.

2. Bentuk granular yang bervariasi

Pada bentuk yang ini batuan mempunyai bentuk yang bermacam –macam ukuran, baik besar ataupun kecil. Bantuan ini mempunyai ciri-ciri permeabilitas yang masih tinggi dan porosity as yang rendah.

3. Bentuk granular yang seragam

Batuan bentuk granular yang mempunyai keseragaman dalam ukurannya sangatlah menguntungkan sebagai adsorben, karena bentuk yang satu ini porositas maupun permeabilitasnya sangat tinggi .

4. Bentuk pipih atau plat

Batuan berbentuk plat disini menunjukan porositas yang tinggi akan tetapi besaran permeabilitasnya sangat rendah.

2.1.5. Adsorpsi

Adsorpsi (adsorption “penjerapan”) adalah proses pemisahan dimana komponen tertentu dari suatu fase fluida berindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorbent “adsorben”). Pada umumnya partikel-partikel kecil zat penjerat di tempatkan didalam suatu hamparan tetap, dan fluida lalu dialirkan melalui

hamparan itu sampai zat padar itu mendekati jenuh dan pemisahan yang di kehendaki tidak dapat lagi berlangsung. Aliran itu dipindahkan ke hamparan kedua sampai adsorben jenuh tadi dapat di ganti atau di regenerasi. (Mc. Cabe, 1979)

a. Jenis –jenis adsorpsi

1) Adsorpsi fisika

Pada proses adsorpsi fisika terjadi gaya tarik menarik antara molekul adsorbat dan adsorben untuk saling berikatan (gaya van der Waals). Hal ini terjadi sebagai akibat adanya perbedaan energi gaya tarik elektrostatis. Gaya elektrostatis merupakan prinsip dasar yang menjelaskan interaksi antara molekul adsorbat dan adsorben. Pada proses adsorpsi fisika, gaya tarik molekul adsorbat dan adsorben lebih besar daripada gaya tarik antara molekul adsorbat (zat terlarut) dengan liquidnya.

Pada adsorpsi fisika ini, gaya yang menahan penyerapan molekul-molekul terlarut (adsorbat) ke permukaan padatan (adsorben) relatif lemah atau sama dengan gaya kohesi dari molekul tersebut. Lapisan yang terbentuk di permukaan adsorben tidak bersifat mono layer (lapisan banyak) tiap lapisan yang terbentuk akan menutupi lapisan sebelumnya pada adsorpsi fisika, ikatan yang berbentuk reversible, karena untuk membalik reaksi kimianya dibutuhkan energi yang kecil. Energi aktivasi untuk adsorpsi fisik biasanya lebih dari 1 Kkal/mol (Perry, 1992), oleh karena itu gaya yang dilibatkan pada adsorpsi fisika sangat lemah.

2) Adsorpsi kimiawi

Pada adsorpsi kimiawi ini lebih bersifat spesifik dan melibatkan gaya yang lebih besar dari adsorpsi fisika. Gaya tarik antara adsorbat dan adsorben mendekati kovalen. Menurut teori Langmuir, molekul-molekul teradsorpsi ditahan pada permukaan adsorben pada gaya valensi (gaya pertukaran elektron adsorbat dengan adsorben) yang tipenya sama dengan gaya valensi antara atom-atom di dalam molekul. Ikatan adsorbat pada adsorpsi kimiawi biasanya terjadi tidak lebih dari satu lapisan (mono

layer) dan bersifat irreversibel, karena untuk membalik reaksi kimianya diperlukan energi yang lebih besar. Adanya ikatan kimia menyebabkan terbentuknya suatu lapisan pada permukaan adsorben yang mempunyai sifat kimia lain sebagai akibat adanya reaksi antara adsorbat dengan adsorben.

Pada adsorpsi kimiawi, energi panas yang dibutuhkan untuk proses pengikatan sama dengan energi panas yang dilibatkan pada reaksi kimia. Karena itu adsorpsi kimiawi mempunyai kemampuan adsorpsi lebih besar.

3) Adsorpsi Isotherm

Pada sistem adsorpsi liquid-solid, adsorpsi isotherm menyatakan variasi adsorpsi partikel pada suhu konstan. Saat kondisi kesetimbangan, terjadi distribusi konsentrasi larutan pada keadaan konstan.

b. Proses adsorpsi

Proses adsorpsi adalah salah satu proses pengolahan air bersih yang banyak diterapkan pada setiap industri yang memanfaatkan air tanah untuk memenuhi kebutuhan air proses.

Proses adsorpsi dapat dijelaskan sebagai tingkat perpindahan molekul dari larutan kedalam pori – pori adsorben. Secara garis besar mekanisme adsorpsi dapat berlangsung tiga tahap:

- 1) Molekul – molekul adsorbat berpindah dari fase cair atau fase gas ke permukaan adsorben dan melalui lapisan film yang mengelilingi permukaan adsorben. Proses ini disebut sebagai difusi atau difusi permukaan.
- 2) Molekul adsorbat terjerap kedalam permukaan dalam (interior) atau permukaan pori dari adsorben.
- 3) Molekul adsorbat menempel pada permukaan adsorben.

Dalam proses adsorpsi oleh adsorben terhadap adsorbat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Benefield, 1982 faktor – faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah :

1) Karakteristik adsorben

Karakteristik adsorben yang mempengaruhi kemampuan proses adsorpsi meliputi:

- Luas permukaan

Luas permukaan dari media adsorben dapat ditunjukkan dengan diameter media yang digunakan dalam penelitian yaitu mempunyai kriteria antara 8–40 mesh. (Sundstrom, 1979)

- Ukuran pori

Ukuran pori atau dapat dikatakan sebagai porositas dari media yang menunjukkan rongga atau celah – celah.

- Komposisi kimia

Komposisi kimia dari adsorben sangat berperan terhadap gaya afinitas antara adsorbat dengan adsorben.

Kemampuan adsorpsi akan semakin meningkat apabila diameter media yang digunakan lebih kecil dan luas permukaan adsorbennya besar. Kecepatan adsorpsi akan bertambah, apabila ukuran pori dari media lebih besar dari adsorbat.

2) Ukuran molekul adsorbat

Molekul – molekul adsorbat dapat terjepit kedalam pori – pori adsorben, karena hal ini akan sangat berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Bahwa kemampuan adsorpsi akan semakin tinggi dengan semakin besarnya pori – pori dan semakin kecilnya ukuran molekul adsorbat dapat masuk kedalam pori – pori adsorben.

3) pH

Dalam proses adsorpsi pH mempengaruhi tingkat adsorpsi pada kandungan asam organik maupun besi organik. Asam organik misalnya asam organik lebih mudah di adsorpsi pada pH dan pada besi organik lebih mudah diadsorpsi pada pH tinggi.

4) Temperatur

Dengan temperatur yang konstan akan berpengaruh terhadap kecepatan adsorpsi, karena kemampuan adsorpsi akan stabil dengan konstannya temperatur yang dilakukan.

Untuk mengolah air bersih maupun air limbah dalam jumlah yang sangat besar dibutuhkan sistem pengolahan yang sesuai dengan kebutuhan domestik atau kebutuhan non domestik. Sistem pengolahan secara kontinu mampu untuk mengolah air bersih maupun air limbah dalam jumlah yang sangat besar tanpa harus menggunakan area yang luas dan sangat baik untuk menjaga kelancaran pada proses industri, karena prosesnya berlangsung secara terus-menerus atau sinambung. (Sundstrom, 1979).

2.1.6 FILTRASI

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

- Filtrasi adalah suatu pemisahan padatan dan cairan dimana cairan ditempatkan melalui media berpori untuk memisahkan zat padat tersuspensi halus yang mungkin ada (Reynold, 1981).
- Filtrasi adalah suatu proses dimana air diupayakan melewati suatu lapisan berpori atau kombinasi bahan berbutir untuk memisahkan zat-zat tersuspensi dan koloid yang ada dalam air (Al-Layla, 1978).
- Filtrasi adalah proses penjernihan atau penyaringan air baku melalui media berbutir porous. Selama melalui media tersebut terjadi pemisahan atau reduksi kandungan material tersuspensi, koloid, bakteri dan organisme lainnya dan mengubah unsur-unsur kimiawi air baku melalui mekanisme filtrasi yang berlangsung di sepanjang filter bed (L. Huisman, 1980 dalam S. Ni Made, 2005).

Selama proses filtrasi, partikel yang dipisahkan akan terakumulasi pada permukaan butiran media dan pada ruang diantara butiran media. Hal ini menyebabkan ukuran efektif ruang diantara butiran (pori) berkurang, sehingga tahanan (resistance) meningkat dan efisiensi filter menurun.

2.1.7 Mekanisme Filtrasi

Proses filtrasi adalah kombinasi antara beberapa proses yang berbeda. Proses yang paling penting adalah (Reynold, 1981):

1. Mechanical Straining

Yaitu proses penyaringan partikel atau material tersuspensi yang terlalu besar untuk dapat lolos melalui ruang antara butiran media. Proses ini terjadi pada permukaan filterbed dan tidak tergantung pada rate filtrasi. Clogging pada filterbed akan mengurangi ukuran pori sehingga secara teoritis akan meningkatkan efisiensi penyaringan dari media filter dan akan meningkatkan tahanan sehingga perlu dipilih butiran yang lebih kasar.

2. Sedimentasi

Proses ini akan mengendapkan partikel/material tersuspensi yang lebih halus ukurannya dari lubang pori pada permukaan butiran. Semua butiran media dapat menjadi tempat pengendapan ini. Jika filtrasi sudah berjalan cukup lama, maka endapan akan mengurangi ukuran efektif pori dan kecepatan air akan bertambah. Hal ini dapat menyebabkan kualitas effluent menjadi lebih buruk.

3. Adsorpsi

Yaitu proses penghilangan impurities dari air karena adanya gaya tarik menarik antara impurities dengan butiran media. Proses adsorpsi ini memegang peranan penting dalam proses filtrasi, karena akan menghilangkan partikel yang lebih kecil daripada partikel tersuspensi, seperti partikel koloid dan impurities terlarut. Kemampuan adsorpsi hanya terjadi pada jarak antara 0,01 – 1 m di sekitar permukaan butiran. Prinsip proses adsorpsi adalah karena adanya perbedaan muatan antara permukaan butiran dengan impurities tersuspensi/koloid yang ada disekitarnya. Partikel koloid yang berasal dari organik (umumnya bermuatan negatif) tidak akan teradsorpsi pada saat filter masih bersih dan baru beroperasi. Setelah filtrasi berjalan dan banyak partikel positif yang tertahan pada butiran media filter, maka permukaan butiran filter menjadi lewat jenuh dan bermuatan positif. Kemudian terjadi adsorpsi tingkat kedua yaitu menarik partikel-partikel bermuatan negatif. Jika adsorpsi tingkat kedua ini mencapai kondisi oversaturated, muatan kembali menjadi negatif dan menjadi muatan positif. Semakin lama impurities yang menempel permukaan butiran media akan semakin tebal, sehingga gaya penyebab terjadinya adsorpsi (gaya van der waals

dan gaya coulomb) menjadi menurun kekuatannya dan efisiensi filterpun menurun.

4. Aktivitas kimia

Yaitu proses dimana impurities yang terlarut diuraikan menjadi substansi yang sederhana/diubah menjadi partikel-partikel tidak terlarut, sehingga dapat dihilangkan dengan proses straining, sedimentasi dan adsorpsi pada media berikutnya.

5. Aktivitas biologi

Aktivitas biologis ini disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup di dalam filter. Secara alami bakteri terdapat di dalam air baku atau dapat juga secara sengaja ditambahkan yang akan teradsorpsi media filter dan berkembang biak dengan menggunakan bahan anorganik yang tersimpan di media sebagai makanannya.

2.1.8 Jenis-jenis Filter

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

a. Berdasarkan kecepatan aliran dapat dibedakan menjadi:

- *Rapid Filtration*

Adalah proses pengolahan air bersih yang umumnya dilakukan sesudah proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Prinsip rapid filter melewati air melalui media berbutir kasar dengan kecepatan tinggi. Pada filter ini ukuran butiran mempunyai variasi antara 0,5 dan 2 mm atau lebih besar dengan rate filtrasi sebesar $(1,5) \cdot 10^{-3}$ m/dtk.

- *Slow Filtration*

Adalah proses pengolahan air bersih yang umumnya dilakukan untuk air permukaan tanpa unit koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi. Jadi air baku sesudah melalui prasedimentasi langsung dialirkan ke filter. Proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan filtrasi terjadi di filter ini dengan bantuan mikroorganisme yang terbentuk di lapisan permukaan media. Rate filtrasi untuk jenis ini mempunyai variasi kurang dari $(0,03) \cdot 10^{-3}$ sampai dengan

$(0,15) \cdot 10^{-3}$ m/dtk. Komposisi filter terdiri dari butiran halus dengan diameter efektif antara 0,15 – 0,35 mm.

Beberapa keuntungan dari *slow sand filter* adalah:

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

Sedangkan kelemahan dari *slow sand filter* adalah:

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

b. Berdasarkan arah alirannya

- *Downflow filter* adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara vertikal/gravitasi dari atas ke bawah.
- *Upflow filter* adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara vertikal dari bawah ke atas.
- *Horizontal filter* adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara horisontal.

c. Berdasarkan tekanan yang bekerja pada media dapat dibedakan menjadi:

- *Gravity filter* adalah proses filtrasi dimana air mengalir melalui filter bed secara gravitasi.
- *Pressure filter* adalah proses filtrasi dimana air mengalir melalui filter bed dengan tekanan.

d. Penyaringan langsung (direct filtration)

Adalah proses filtrasi yang dilakukan pada air baku dengan kekeruhan rendah, tetapi yang masih belum memenuhi persyaratan kualitas air, misalnya air sumur dangkal. Jika diperlukan koagulan dapat diinjeksikan pada saluran yang menuju filter dan flok-flok yang terjadi langsung disaring tanpa melalui sedimentasi sehingga dapat menghemat bangunan unit pengolahan.

Menurut Sundstrom (1979), sistem pengoperasian secara kontinu dapat dilakukan dengan 3 cara, yakni:

1) Sistem pengoperasian downflow

Sistem downflow ini terjadi dimana air limbah atau air proses dialirkan dari atas menuju kebawah kolom. Sistem ini biasa disebut sistem gravitasi.

Pada prinsipnya aliran downflow mampu memberikan hasil yang baik oleh adsorben pada bagian atas kolom. Jadi efektifitas media yang terbaik berada pada bagian atas. Kosentrasi larutan yang teradsorpsi tersebut terjadi pada saat larutan mengalir kebawah kolom.

Pada umumnya, sisten downflow banyak digunakan untuk proses filtrasi yang dimaksudkan untuk menyaring bahan – bahan kasar atau bahan – bahan tersuspensi.

2) Sistem pengoperasian upflow

Proses pengoperasian dari bawah keatas yang dikenal dengan sistem upflow ini, diharapkan untuk menghindari terjadinya penyumbatan pada media adsorben.

Sistem ini banyak diterapkan dalam pengolahan air proses yang dibutuhkan secara terus – menerus karena resiko adanya clogging atau penyumbatan sangat kecil kemungkinan terjadi. (Sundstrom, 1979).

Dalam sistem upflow ini, kosentrasi air limbah atau air proses dapat diturunkan dengan baik, penggunaan sistem upflow ini mempunyai efektifitas yang tinggi dalam penggunaan media, karena larutan akan mengalami kontak secara merata pada setiap nagian dari media dalam kolom.

3) Sistem pengoperasian reverse – current (biflow)

Biflow filter adalah sebuah pengembangan upflow filter, dalam hal ini ada pemisahan saluran (aliran dari atas dan aliran dari bawah, lihat pada gambar), dimaksudkan untuk mempertahankan porsi aliran dari bawah media dengan menggantikan aliran yang diatas. Pada intinya pembagian filter atas dan bawah benar – benar berdiri sendiri dengan kapasitas yang sama dimaksudkan untuk menghemat struktur dan under drain (penguras).

Teknik penyaringan filter biflow pada intinya sama dengan filter lainnya yaitu menurunkan padatan yang terjadi sebagai proses penyaringan. Pada waktu cairan

reactor filter pada kedua influent, partikel – partikel bergerak ke permukaan media filter, cairan masuk melalui rongga atau pori – pori media. Dengan demikian terjadinya kontak antara partikel – partikel yang terbawa didalam cairan akan menempel atau mengumpul pada dinding atau pori – pori media

2.1.9 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Proses Filtrasi

Di dalam proses filtrasi terjadi reaksi kimia dan fisika sehingga banyak faktor yang saling berkaitan yang akan mempengaruhi kualitas air hasil filtrasi, efisiensi dan sebagainya. Efisiensi dari proses filtrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah:

1. Debit filtrasi.

Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan diperlukan keseimbangan antara debit filtrasi dengan kondisi media yang ada. Seringkali dengan debit yang terlalu besar akan menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien. Dengan adanya aliran air yang terlalu cepat dalam melewati ruang pori diantara butiran media akan menyebabkan berkurangnya waktu kontak antara permukaan butir media penyaring dengan air yang akan disaring, sehingga proses filtrasi tidak dapat terjadi secara sempurna.

Kecepatan aliran yang terlalu tinggi melewati ruang pori antara butiran media menyebabkan partikel-partikel halus yang akan disaring lolos. Selain itu, dengan kecepatan aliran yang terlalu tinggi terjadi gesekan-gesekan butiran media yang dapat menyebabkan mengecilnya lubang pori sehingga akan cepat terjadi clogging.

2. Kedalaman, ukuran, dan material media.

Partikel tersuspensi yang terjadi melalui influen akan tertahan pada permukaan media filter karena adanya mekanisme filtrasi (straining). Oleh karena itu efisiensi filter merupakan fungsi karakteristik fisik dari filterbed, yang meliputi porositas dan ratio dari kedalaman media terhadap ukuran media.

Kedalaman dan ukuran media merupakan hal penting dalam perencanaan filter. Tebal tidaknya media akan menyebabkan lamanya pengaliran dan besarnya

daya saring. Media yang terlalu besar biasanya mempunyai daya saring yang tinggi tetapi akan membutuhkan waktu pengaliran yang lama. Ditinjau dari segi biaya, media yang terlalu tebal tidak menguntungkan. Sebaliknya media yang tipis mempunyai waktu pengaliran yang pendek dan kemungkinan juga mempunyai daya saring yang rendah. Demikian pula dengan diameter butiran media berpengaruh pada porositas, rate filtrasi dan juga kemampuan daya saring, baik itu komposisinya, proporsinya maupun bentuk susunan dari diameter butiran.

3. Kualitas (kekeruhan) air baku.

Kualitas (kekeruhan) air baku sangat mempengaruhi efisiensi filtrasi. Kekekruhan air baku yang terlalu tinggi menyebabkan ruang pori antara butiran media akan tersumbat. Oleh karena itu, dalam melakukan filtrasi harus dibatasi kadar kekeruhan air baku yang akan diolah. Jika kekeruhan air baku terlalu tinggi maka diperlukan pengolahan awal terlebih dahulu.

4. Tinggi muka air diatas dan kehilangan tekanan.

Tinggi muka air berpengaruh terhadap besarnya debit atau rate filtrasi. Apabila tinggi muka air relatif besar maka rate filtrasi yang dibutuhkan juga semakin besar. Tinggi muka air akan menjadi naik apabila terjadi clogging pada media pada saat kotor.

5. Temperatur.

Perubahan temperatur air yang akan difiltrasi menyebabkan terjadinya perubahan secara tidak langsung pada kehilangan tekanan selama melewati media juga pada efisiensi filtrasi. Walaupun perubahan temperatur mempunyai pengaruh pada kehilangan tekanan air yang ditimbulkan dan efisiensi dari filter, tetapi hal ini tidak terlalu besar/menyolok.

2.1.10. Hidrolika Filtrasi

Pada prinsipnya aliran pada media filter dianggap sebagai aliran dalam pipa yang berjumlah banyak dan mengikuti persamaan Darcy-Weisbach sebagai berikut:

$$h_L = f \frac{L.v^2}{Dc.2g}$$

dimana:

h_L : kehilangan tekanan

f : faktor gesekan

L : panjang atau kedalaman media

v : kecepatan

D_c : diameter saluran

Pendekatan terhadap laju aliran (flow rate) $q = (\text{debit/luas area bak})$, maka kecepatan air dalam pipa v dapat dihitung sebagai berikut:

$$v = \frac{q}{\varepsilon}$$

Porositas media ε dapat dinyatakan sebagai perbandingan:

$$\varepsilon = \frac{\text{volume.rongga.media}}{\text{volume.rongga} + \text{volume.butiran.media}}$$

Persamaan Cozeny-Carmen merupakan modifikasi dari persamaan Darcy-Weisbach untuk menghitung head loss pada pipa yang menggunakan suatu kondisi pada lapisan media berpori dengan ukuran butiran yang relatif seragam. Persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$H_L = f' \frac{D}{\psi \cdot d} \left(\frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon^2} \right) \frac{V_a}{g}$$

dimana:

f' = faktor gesekan (tanpa dimensi)

D = tebal media filter

d = diameter butiran

Ψ = shape faktor

ε = porositas media

V_a = velocity approach yang nilainya sama dengan besarnya debit dibagi luas area

g = percepatan gravitasi

Nilai dari faktor gesekan dapat diberikan dengan persamaan:

$$f' = 150 \frac{1 - \varepsilon}{N_{Re}} + 1,75$$

Bilangan Reynold N_{re} merupakan fungsi diameter dan kecepatan aliran yang diturunkan dengan rumus:

$$N_{re} = \frac{\phi \cdot d \cdot V_a}{\nu} = \frac{\phi \cdot \rho \cdot d \cdot V_a}{\mu}$$

dimana:

ρ = berat jenis

ν = viskositas dinamis

μ = viskositas kinematis

Headloss melalui media berpori dengan diameter yang relatif seragam juga diungkapkan dalam persamaan Rose, yaitu:

$$H_L = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot V_a^2}{\psi \cdot d \cdot \varepsilon^4 \cdot g}$$

C_D adalah koefisien drag yang besarnya tergantung bilangan Reynolds

$$N_{re} = \frac{\psi \cdot d \cdot q}{V \cdot \varepsilon}$$

Nilai koefisien drag untuk $N_{re} < 1$

$$C_D = \frac{24}{N_{re}}$$

Untuk $1 < N_{re} < 10 - 4$, nilai koefisien drag:

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

2.2 Landasan Teori

Yang dipakai dalam penelitian ini adalah tentang fungsi marmer terhadap proses adsorpsi dan faktor yang berpengaruh pada proses adsorpsi secara sinambung atau kontinu.

2.2.1 Fungsi Marmer terhadap proses adsorpsi

Dalam proses adsorpsi dapat diuraikan sebagai tingkat perpindahan molekul dari larutan kedalam pori-pori adsorben (marmer). Secara umum mekanisme adsorpsi terjadi pada permukaan. Dalam pori-pori adsorben dan hanya sebagian kecil yang dijerap oleh permukaan adsorben.

Sifat kimia dan fisika dari marmer sangat berpengaruh dalam proses adsorpsi, sehingga proses adsorpsi yang terjadi dapat berupa adsorpsi fisika dan kimia.

a. Sifat kimia marmer yang berperan dalam proses adsorpsi

Marmer merupakan salah satu dari batuan metamorfosa yang mempunyai kandungan kapur sebagai penyusun utamanya. Batuan kapur (CaCO_3) hanya dapat bereaksi dengan air dan menghasilkan karbondioksida bebas. Gas ini dapat dikatakan terdapat di semua perairan permukaan. Karbondioksida ini berasal dari atmosfer yang terlarut dalam air tanah. (Armin, 1984).

b. Sifat fisik marmer yang berperan dalam proses adsorpsi

Sifat fisik media marmer yang berperan pada proses adsorpsi adalah ukuran pori atau porositas dari media marmer sebagai adsorben.

Porositas merupakan sifat dari adsorben yang menunjukkan kandungan, secara fisik yang berpengaruh pada proses adsorpsi adalah ukuran pori atau porositas dari adsorben yang digunakan. Porositas merupakan sifat dari pada adsorben yang menunjukkan kandungan rongga – rongga atau celah – celah di dalam batuan. Butiran – butiran marmer yang dimanfaatkan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi mempunyai porositas antara 10 – 20 % (Montgomery, 1987). Kecepatan adsorpsi akan semakin baik apabila ukuran pori adsorben lebih besar daripada ukuran molekul adsorbat.

2.2.2 Faktor yang mempengaruhi pada adsorpsi secara kontinyu

Sistem pengoperasian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sistem kontinyu atau sinambung. Dalam proses ini, diharapkan adsorbat (Fe dan Mn) akan mengalami perpindahan masa ke fase padat (marmer). Oleh karena itu kolom adsorpsi sering disebut sebagai daerah perpindahan massa.

Pada adsorpsi secara kontinyu ini dapat berlangsung atau diterapkan dengan memperhatikan beberapa faktor. Faktor – faktor tersebut antara lain:

a. Kecepatan aliran dalam proses adsorpsi

Kecepatan aliran yang digunakan dalam proses adsorpsi mempunyai kriteria antara 4 – 25 m/hari. Dalam penelitian ini kriteria kecepatan aliran dapat dinyatakan laju alir atau debit aliran (Q). Dan laju alir dapat digunakan mengetahui waktu kontak antara adsorbat dengan adsorben (Marsono, 1992).

b. Ketinggian kolom adsorpsi

Pada proses adsorpsi ketinggian kolom adsorben menggambarkan jumlah adsorben yang dibutuhkan dalam distribusi solut antara liquid dan solid.

Apabila adsorpsi yang terjadi adalah proses adsorpsi fisika, persamaan dengan model freundlich dapat memberikan gambaran besarnya penjerapan solut dari liquid oleh permukaan solid.

c. Ukuran partikel adsorben

Batuan marmer yang digunakan sebagai adsorben mempunyai bentuk yang seragam atau granular. Dengan bentuk ini diharapkan akan diperoleh porositas maupun permeabilitas tinggi (Sundstrom 1979).

Ukuran butiran marmer yang dimanfaatkan sebagai adsorben mempunyai ukuran antara 8 – 40 mesh (Sundstrom, 1979), karena semakin kecil ukuran adsorben akan menambah besar luas permukaan media marmer pada kolom adsorpsi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan yang dimulai pada tanggal 26 Juli sampai dengan tanggal 2 Agustus. Sedangkan untuk uji sampel dilakukan di uji laboratorium kimia universitas Brawijaya Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat – alat yang digunakan :

- ❖ Ember
- ❖ Pipa PVC $\frac{1}{2}$ dim
- ❖ Kaca
- ❖ Besi
- ❖ Kran
- ❖ Keni
- ❖ Water mur
- ❖ Ayakan 8 mesh

3.2.2. Bahan yang digunakan:

- ❖ Batu marmer
- ❖ Air tanah
- ❖ Kapur (CaCO_3)

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel terikat

- ❖ Kadar Fe
- ❖ Kadar Mn

3.3.2 Variabel bebas

- ❖ Laju aliran filtrasi: 125 ml/mnt, 135 ml/mnt dan 145 ml/mnt.
- ❖ Waktu pengamatan: tiap 0 menit, 15 menit, 30 menit
- ❖ Variasi aliran yakni: downflow, biflow dan upflow
- ❖ Variasi penambahan kapur: 0 gr, 55 gr

3.4 SAMPEL

Sampel yang digunakan adalah sampel buatan yang mengandung Fe dan Mn dengan konsentrasi masing – masing 1,03 ppm dan 0,95 ppm dan telah diatur pHnya. Sampel dibuat dari senyawa FeCl_3 dan MnSO_4 .

3.5 Model Kolom Adsorpsi Alir Kontinyu

3.5.1 Spesifikasi Alat

Alat filter ini, sangatlah sederhana dan dikhususkan untuk masyarakat pedesaan.

1. Besi yang digunakan sebagai penyangga dibentuk menjadi beberapa bagian. Yang pertama dengan panjang 180 cm sebagai bak penampung, yang kedua dipotong dengan panjang 150 cm sebagai penyangga reaktor.
2. Ember yang digunakan sebagai tempat bak penampung, diberi pipa PVC yang langsung bisa dialirkan ke reaktor downflow, biflow dan upflow. Masing – masing filter diberi kran air sesuai arah aliran (sebagai pengatur debit aliran).
3. Kaca digunakan sebagai reaktor mempunyai ketebalan 5 mm dipotong dengan panjang 100 cm dan lebar 10 cm. Di dalam reaktor dipasangkan sekat yang berlubang-lubang (perforated plate) 10 cm dari dasar reaktor untuk downflow dan upflow . Untuk aliran biflow bagian bawah dan tengah di beri perforated plate yakni dengan ukuran 10 cm. Untuk mengukur variasi debit dan waktu aliran

menggunakan kran air sebagai pengatur debit memanfaatkan gelas ukur dan stop watch.

3.6 Cara Kerja

3.6.1 Pengambilan Sampel

Sampel yang dipakai dalam penelitian ini adalah sampel buatan FeCl_3 dan MnSO_4 .

3.6.2 Analisa Pendahuluan

Metode analisa konsentrasi Fe, Mn dan pH menggunakan alat spektrophotometer dan pH meter.

3.6.3 Pelaksanaan Percobaan

3.6.3.1 Tahap Persiapan

- a. Menyiapkan bahan dan alat yang akan dipakai.
- b. Pengayakan batu marmer menggunakan ayakan 8 mesh sesuai variabel tetap.
- c. Mencuci bersih dan mengeringkan batu marmer.
- d. Memanaskan batu marmer selama 1 jam dengan suhu 105°C .
- e. Membuat sampel yang berasal dari FeCl_3 dengan konsentrasi 1,03 ppm dan MnSO_4 dengan konsentrasi 0,95 ppm.
- f. Mengukur pH sampel sampai 9 untuk pH basa (dengan penambahan kapur)
- g. Dilakukan analisa awal Fe, Mn dan pH pada sampel air.

3.6.3.2 Tahap Penelitian

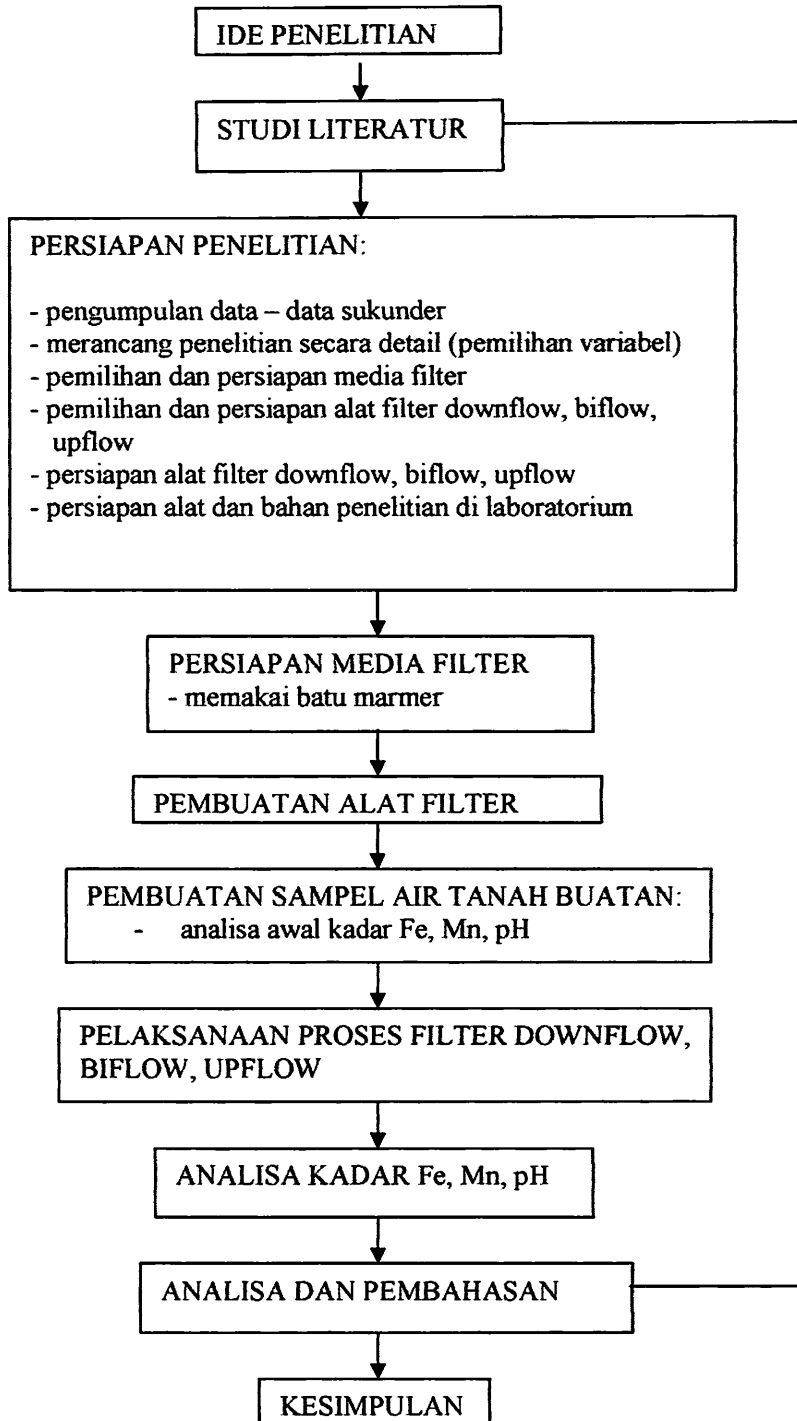
- a. Air tanah yang sudah diketahui konsentrasinya dimasukkan ke dalam bak penampung air.
- b. Kolom diisi dengan batu marmer dengan ketinggian 60 cm.
- c. Air tanah dialirkan ke kolom adsorpsi alir kontinyu dengan debit aliran sesuai dengan variasi yang ditentukan.
- d. Effluent yang keluar dari kolom adsorpsi alir kontinyu ditampung di bak penampung terakhir.

- e. Setelah proses kontinyu selesai sampel diambil untuk dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer.
- f. Proses diatas diulang kembali untuk variasi yang lain.

3.7 Analisa Data

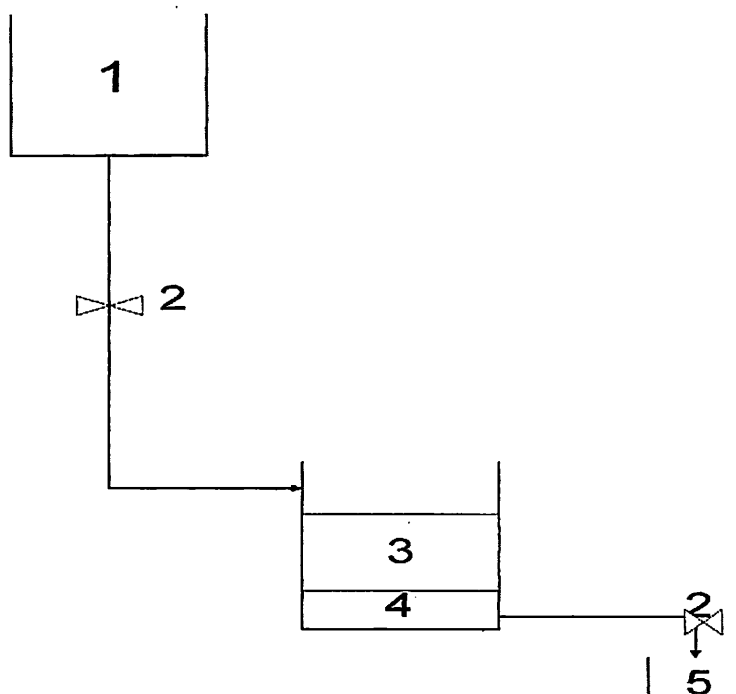
Analisa data statistik dilakukan dengan menggunakan Univariate Anova untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata atau tidak (secara statistik antara berbagai variasi percobaan yaitu variasi debit dan variasi waktu) terhadap penurunan konsentrasi Fe dan Mn sampel air tanah, kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan, uji korelasi dan uji regresi.

3.8 Kerangka Penelitian



3.9 GAMBAR ALAT

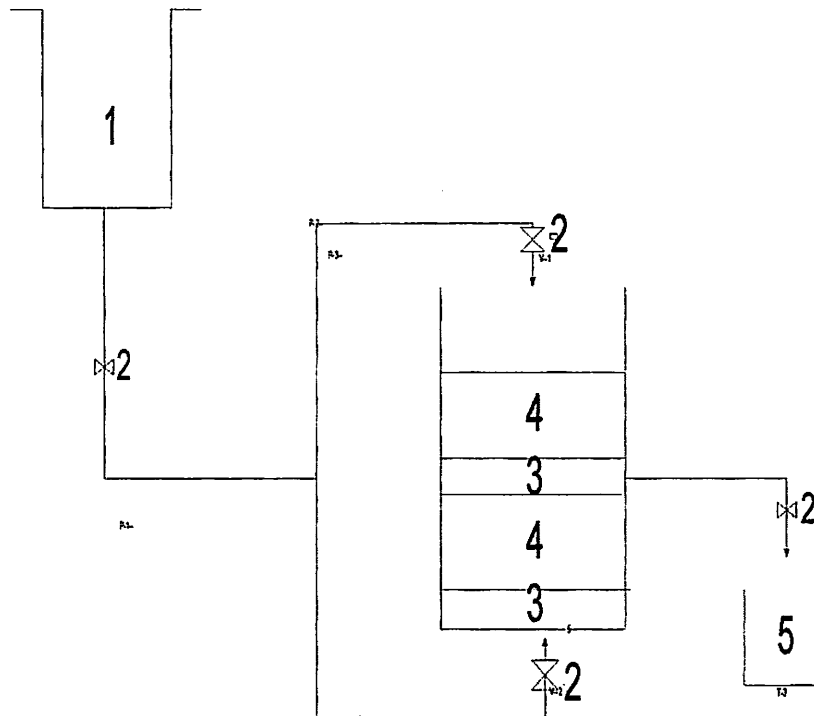
3.9.1 Filter Downflow



Keterangan:

1. Bak penampung influent
2. Kran air
3. Media batu marmer
4. Perforated plate
5. Bak penampung effluent

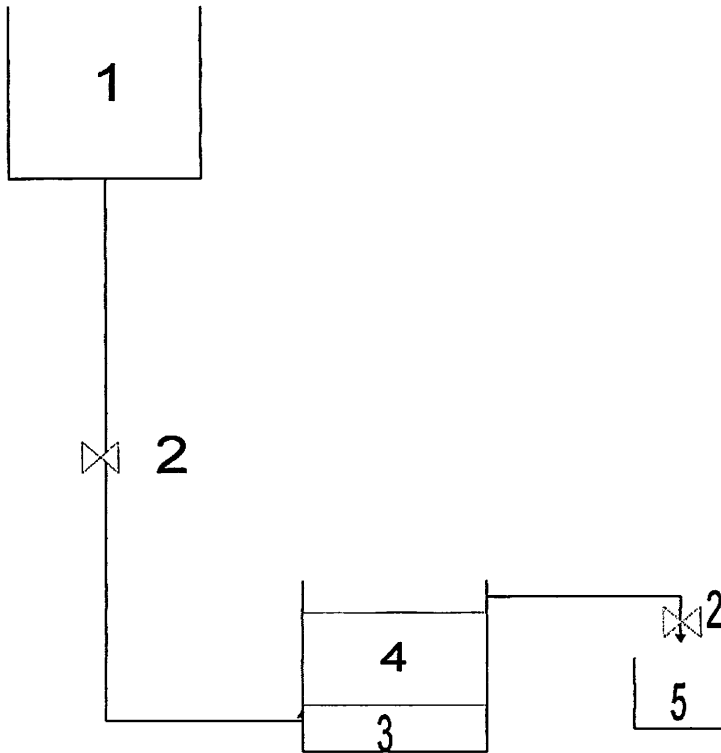
3.9.2 Filter Biflow



Keterangan:

1. Bak penampung influent
2. Kran air
3. Perforated plate
4. Media batu marmer
5. Bak penampung effluent

3.9.3 Filter Upflow



Keterangan gambar:

1. Bak penampung
2. Kran air
3. Perforated plate
4. Media batu marmer
5. Bak penampung effluent

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. HASIL PENELITIAN ALIRAN DOWNFLOW, BIFLOW DAN UPFLOW

4.1.1 PENURUNAN BESI TANPA PENAMBAHAN KAPUR

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi Besi yang dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Brawijaya Malang, maka data konsentrasi akhir Besi dan nilai pH setelah diujikan dengan alat filtrasi (filter batu marmer) yang memvariasikan debit aliran 125 ml/mnt, 135 ml/mnt dan 145 ml/mnt dan waktu pengaliran 0 menit, 15 menit dan 30 menit dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1. Data Konsentrasi Akhir Fe Tanpa Penambahan Kapur

Tipe aliran	Debit filtrasi (ml/mnt)	Waktu filtrasi (menit)	Konsentrasi awal Fe	Konsentrasi akhir Fe (ppm)			
				1	2	3	Rata-rata
Downflow	125	0	1,03	0,73	0,71	0,72	0,72
		15	1,03	0,30	0,31	0,30	0,30
		30	1,03	0,13	0,12	0,14	0,13
	135	0	1,03	0,79	0,80	0,78	0,79
		15	1,03	0,42	0,42	0,41	0,42
		30	1,03	0,24	0,23	0,21	0,23
	145	0	1,03	0,81	0,80	0,82	0,81
		15	1,03	0,45	0,43	0,44	0,44
		30	1,03	0,30	0,32	0,31	0,31
Biflow	125	0	1,03	0,79	0,77	0,78	0,78
		15	1,03	0,24	0,23	0,25	0,24
		30	1,03	0,18	0,18	0,19	0,18
	135	0	1,03	0,91	0,90	0,92	0,91
		15	1,03	0,49	0,51	0,51	0,51
		30	1,03	0,30	0,29	0,31	0,30

Upflow	145	0	1,03	0,93	0,92	0,93	0,93	
		15	1,03	0,50	0,49	0,51	0,50	
		30	1,03	0,33	0,31	0,32	0,32	
	125	0	1,03	0,85	0,84	0,85	0,85	
		15	1,03	0,49	0,47	0,48	0,48	
		30	1,03	0,30	0,31	0,29	0,30	
		135	0	1,03	0,97	0,95	0,96	0,96
			15	1,03	0,67	0,65	0,66	0,66
			30	1,03	0,49	0,47	0,46	0,47
145	0	1,03	0,99	0,97	0,98	0,98		
	15	1,03	0,70	0,71	0,70	0,70		
	30	1,03	0,51	0,52	0,50	0,51		

(sumber: hasil penelitian)

Tabel 4.2. Data Nilai pH Tanpa Penambahan Kapur

Tipe aliran	Debit filtrasi (ml/mnt)	Waktu filtrasi (menit)	Nilai awal pH	Nilai akhir pH			
				1	2	3	Rata-rata
Downflow	125	0	7	7,17	7,15	7,16	7,16
		15	7	7,19	7,18	7,19	7,19
		30	7	7,24	7,23	7,25	7,24
	135	0	7	7,19	7,22	7,21	7,21
		15	7	7,22	7,24	7,23	7,23
		30	7	7,26	7,27	7,25	7,26
	145	0	7	7,23	7,25	7,24	7,24
		15	7	7,27	7,27	7,28	7,27
		30	7	7,32	7,33	7,31	7,32
	125	0	7	7,13	7,15	7,14	7,14
		15	7	7,17	7,16	7,18	7,17
		30	7	7,23	7,22	7,23	7,23
	135	0	7	7,19	7,17	7,18	7,18

Biflow		15	7	7,20	7,21	7,21	7,21
		30	7	7,23	7,25	7,24	7,24
	145	0	7	7,22	7,20	7,21	7,21
		15	7	7,24	7,23	7,25	7,24
		30	7	7,27	7,28	7,26	7,27
Upflow	125	0	7	7,12	7,11	7,12	7,12
		15	7	7,16	7,15	7,16	7,16
		30	7	7,21	7,20	7,22	7,21
	135	0	7	7,15	7,16	7,17	7,16
		15	7	7,19	7,21	7,20	7,20
		30	7	7,23	7,21	7,23	7,22
	145	0	7	7,17	7,19	7,18	7,18
		15	7	7,21	7,22	7,22	7,22
		30	7	7,25	7,24	7,26	7,25

(sumber: hasil penelitian)

4.2. ANALISA KONSENTRASI AKHIR BESI

4.2.1. Analisa Deskriptif

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa batuan marmer sebagai media filtrasi dengan perlakuan yang dikerjakan meliputi variasi debit aliran 125 ml/mnt, 135 ml/mnt dan 145 ml/mnt dan waktu pengaliran 0 menit, 15 menit dan 30 menit mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi Besi.

Berdasarkan tabel 4.1 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir Besi melalui filter marmer semakin menurun seiring dengan semakin kecilnya debit aliran serta semakin lamanya waktu pengaliran yang digunakan. Konsentrasi akhir Fe tertinggi pada aliran downflow terdapat pada perlakuan debit 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 0,81ppm dan yang terendah terdapat pada debit 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 0,13 ppm. Sedangkan pada aliran biflow konsentrasi Fe tertinggi terdapat pada perlakuan debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit yaitu sebesar 0,98 ppm dan yang terendah pada perlakuan debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit yaitu sebesar 0,32 ppm dan untuk aliran upflow

konsentrasi Fe tertinggi terdapat pada pada perlakuan 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 0,98 ppm dan yang terendah terdapat pada debit 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 0,30 ppm.

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

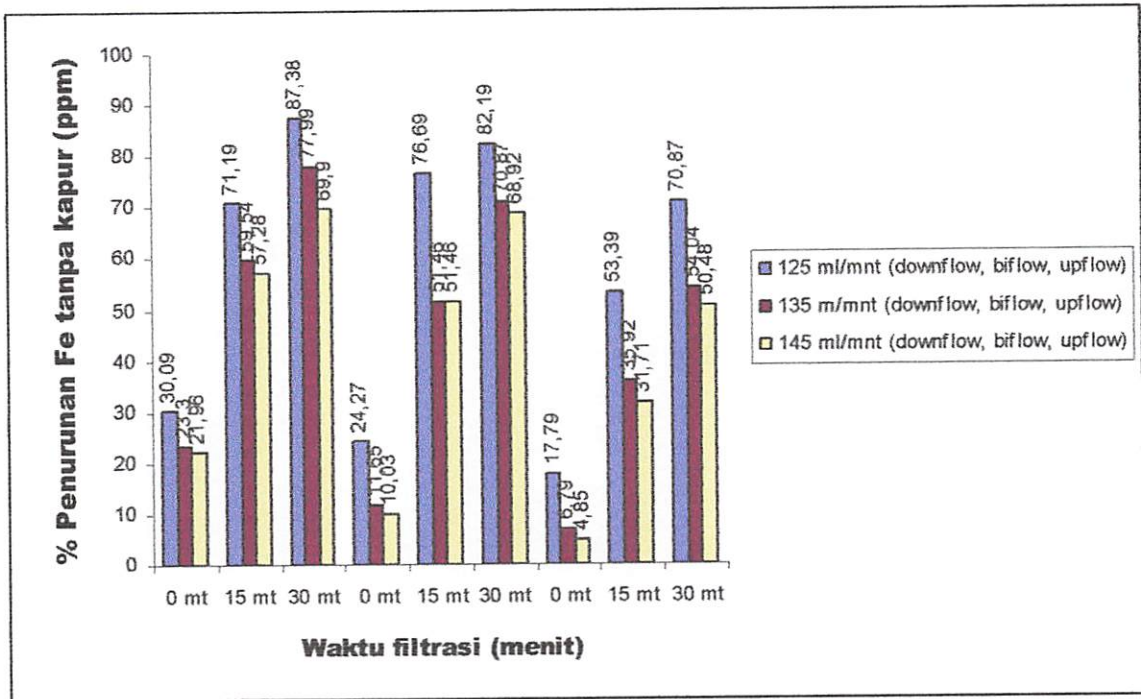
$$\% \text{ removal} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Tabel 4.3 Persentase Penurunan Konsentrasi Besi

Tipe aliran	Debit filtrasi (m/mnt)	Waktu filtrasi (menit)	Presentase penurunan konsentrasi Fe			
			%			
			1	2	3	Rata - rata
Downflow	125	0	29,13	31,07	30,09	30,09
		15	72,82	69,90	70,87	71,19
		30	87,38	88,35	86,41	87,38
	135	0	23,30	22,33	24,27	23,30
		15	59,22	59,22	60,19	59,54
		30	76,69	77,67	79,61	77,99
	145	0	23,16	22,33	20,39	21,96
		15	56,31	58,25	57,28	57,28
		30	70,87	68,93	69,90	69,90
Biflow	125	0	23,30	25,24	24,27	24,27
		15	76,69	77,67	75,73	76,69
		30	82,52	82,52	81,55	82,19
	135	0	11,65	12,62	11,65	11,65
		15	52,43	51,46	51,46	51,46
		30	70,87	71,84	70,87	70,87
	145	0	9,71	10,68	9,71	10,03
		15	51,46	52,43	51,46	51,46

		30	67,96	69,90	68,90	68,92
Upflow	125	0	17,47	18,45	17,47	17,79
		15	52,43	54,37	53,39	53,39
		30	70,87	69,90	71,84	70,87
	135	0	5,83	7,76	6,79	6,79
		15	34,95	36,89	35,92	35,92
		30	52,43	54,36	55,34	54,04
	145	0	3,88	5,82	4,85	4,85
		15	32,04	31,06	32,04	31,71
		30	50,48	49,51	51,46	50,48

Berdasarkan tabel 4.3 menunjukkan bahwa kemampuan penurunan konsentrasi Besi melalui filter marmer untuk aliran downflow berkisar antara 21,96% - 87,38 % yakni kemampuan penurunan terbesar adalah 87,38 % pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit dan kemampuan terkecil pada debit 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 21,96%. Untuk filter batu marmer dengan aliran biflow berkisar antara 10,03% - 82,19% yakni kemampuan penurunan terbesar adalah 82,19% pada debit 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit dan kemampuan terkecil pada debit 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 10,03%. Untuk filter batu marmer dengan aliran upflow berkisar antara 4,85% - 70,87%, yakni kemampuan penurunan terbesar adalah 70,87% pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit dan kemampuan terkecil pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 4,85%. Berdasarkan tabel 4.3 dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Persentase Removal Konsentrasi Besi

4.2.2. Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam persentase penurunan Besi, maka dilakukan analisa dengan menggunakan uji ANOVA. Hasil uji tersebut tersaji dalam tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji ANOVA Persentase Penurunan Besi

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % penurunan Fe

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	110587,401 ^a	53	2086,555	1414,019	,000
Intercept	414830,946	1	414830,946	281123,1	,000
Sampel	110587,401	53	2086,555	1414,019	,000
Error	159,367	108	1,476		
Total	525577,714	162			
Corrected Total	110746,768	161			

a. R Squared = ,999 (Adjusted R Squared = ,998)

Pada tabel 4.4 merupakan hasil uji ANOVA satu faktor ANOVA satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara persentase penurunan Besi di antara kelompok perlakuan.

Hipotesis:

H_0 = Kelima puluh empat rata-rata perlakuan adalah identik.

H_1 = Kelima puluh empat rata-rata perlakuan adalah tidak identik.

Keputusan:

Pada tabel diatas terlihat bahwa F hitung adalah 1414,019 dengan probabilitas 0,000 karena probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak atau rata-rata nilai persentase penurunan Fe dalam kelima puluh empat perlakuan tersebut memang beda nyata

Untuk melihat persentase penurunan Besi yang paling besar dan perbedaannya dalam setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut ini:

- D1L1W3P2 = downflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- D1L2W1P1 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- D1L2W2P1 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- D1L2W3P1 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- D1L2W1P2 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- D1L2W2P2 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- D1L2W3P2 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- D1L3W1P1 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- D1L3W2P1 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- D1L3W3P1 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- D1L3W1P2 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- D1L3W2P2 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- D1L3W3P2 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- B2L1W1P1 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L1W2P1 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L1W3P1 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L1W1P2 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L1W2P2 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L1W3P2 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L2W1P1 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L2W2P1 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L2W3P1 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L2W1P2 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L2W2 P2 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L2W3P2 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L3W1P1 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L3W2 P1 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L3W3 P1 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L3W1P2 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L3W2P2 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L3W3P2 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

U3L1W1P1 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

U3L1W2P1 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

U3L1W3P1 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

U3L1W1P2 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

U3L1W2P2 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

U3L1W3P2 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

U3L2W1P1 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

U3L2W2P1 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

U3L2W3P1 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

U3L2W1P2 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

U3L2W2P2 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

U3L2W3P2 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

U3L3W1P1 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

U3L3W2P1 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

U3L3W3P1 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

U3L3W1P2 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

U3L3W2P2 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

U3L3W3P2 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

Hasil Uji Duncan pada perlakuan U3L3W1P1 (upflow, debit filtrasi 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 menit, penambahan kapur 0 gr), U3L2W1P1 (upflow, debit filtrasi 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 menit, penambahan kapur 0 gr) terletak dalam satu subset (kelompok). Kedua perlakuan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang tidak nyata dalam perubahan persentase removal Fe. Hal ini serupa juga terjadi pada perlakuan:

- ✚ B2L3W1P1, D2L2W1P1
- ✚ B2L2W1P1, B2L3W1P2, B2L2W1P2, D1L3W1P2, U3L3W1P2
- ✚ U3L1W1P1, D1L2W1P2, U3L2W1P2, U3L1W1P2
- ✚ U3L1W1P1, D1L3W1P1, D1L2W1P1, B2L1W1P1
- ✚ D1L2W1P1, B2L1W1P1, B2L1W1P2,
- ✚ D1L1W1P1, U3L3W2P1
- ✚ U3L3W2P1, U3L3W3P1
- ✚ B2L2W2P1, B2L3W2P1, U3L2W3P1,
- ✚ U3L2W3P1, B2L3W2P2, D1L1W2P1
- ✚ D1L2W2P1, B2L2W2P2
- ✚ D1L3W2P2, U3L3W2P2
- ✚ D1L2W2P2, U3L2W2P2, B2L3W3P1, B2L3W3P2, D1L3W1P1
- ✚ B2L3W3P1, B2L2W3P2, D1L3W3P1, B2L2W3P1

- ✚ B2L3W3P2, D1L3W1P1, U3L1W3P1, B2L2W3P1, D1L1W2P1, B2L2W3
- ✚ B2L2W3P1, D1L1W2P2, B2L2W3P2, D1L1W2P2, U3L1W1P2
- ✚ D1L1W2P2, U3L1W2P2, D1L3W3P2, U3L3W3P2
- ✚ B2L1W2P1, D1L2W3P2, U3L2W3P2, D1L2W3P1, U3L1W3P2, B2L1W2P2
- ✚ B2L1W3P1, B2L1W3P2
- ✚ D1L1W3P1, D1L1W3P2

4.2.3. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara variabel yang diamati, maka kita analisa data dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Korelasi antara Persentase Penurunan Besi (ppm) Dengan Variasi Aliran, Variasi Debit (ml/mnt), Variasi Waktu (menit) dan Variasi Penambahan Kapur (gr)

		Correlations				
		% penurunan Fe	variasi aliran	variasi debit	variasi waktu	variasi penambahan kapur
Pearson Correlation	% penurunan Fe	1,000	-,159	-,217	,882	,132
	variasi aliran	-,159	1,000	,000	,000	,000
	variasi debit	-,217	,000	1,000	,000	,000
	variasi waktu	,882	,000	,000	1,000	,000
	variasi penambahan kapur	,132	,000	,000	,000	1,000
Sig. (1-tailed)	% penurunan Fe	.	,021	,003	,000	,046
	variasi aliran	,021	.	,500	,500	,500
	variasi debit	,003	,500	.	,500	,500
	variasi waktu	,000	,500	,500	.	,500
	variasi penambahan kapur	,046	,500	,500	,500	.
N	% penurunan Fe	165	165	165	165	165
	variasi aliran	165	165	165	165	165
	variasi debit	165	165	165	165	165
	variasi waktu	165	165	165	165	165
	variasi penambahan kapur	165	165	165	165	165

Dari tabel 4.6 menunjukkan bahwa:

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

- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan Fe dengan aliran $-0,159$. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang lemah karena memiliki nilai dibawah $0,5$ dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas $0,021$ lebih kecil dari $0,05$ ($0,021 < 0,05$), maka korelasinya nyata. Sedangkan tanda negatif menunjukkan hubungan yang berlawanan arah yang berarti jika % penurunan Fe tinggi, maka aliran harus diperkecil dan sebaliknya. (*Yarnest,2004*).
- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan Fe dengan variasi debit filtrasi $-0,217$. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang lemah karena memiliki nilai dibawah $0,5$ dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas $0,003$ jauh lebih kecil dari $0,05$ ($0,003 < 0,05$), maka korelasinya nyata. Sedangkan tanda negatif menunjukkan hubungan yang berlawanan arah berarti jika debit filtrasi diperkecil, maka % penurunan Fe tinggi dan sebaliknya. (*Yarnest,2004*.)
- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan Fe dengan waktu filtrasi adalah $0,882$. Hal menunjukkan adanya hubungan yang kuat karena diatas 0.5 dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas $0,000$ lebih kecil dari $0,05$ ($0,000 < 0,05$), maka korelasinya nyata (signifikan). Sedangkan arah hubungan positif yang menunjukkan hubungan searah yang berarti jika waktu filtrasi bertambah, maka % penurunan Fe tinggi dan sebaliknya. (*Yarnest,2004*).
- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan Fe dengan penambahan kapur adalah $0,132$. Hal menunjukkan adanya hubungan yang

lemah karena dibawah 0.5 dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0,046 lebih kecil dari 0,05 ($0,046 < 0,05$), maka korelasinya nyata (signifikan). Sedangkan arah hubungan positif yang menunjukkan hubungan searah yang berarti jika jumlah kapur ditambah maka % penurunan Fe tinggi dan sebaliknya. (Yarnest,2004).

4.2.4. Analisa Regresi

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

Tabel 4.7 Hasil Uji Regresi ANOVA Persentase Penurunan Besi

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	96136,348	4	24034,087	263,199	,000 ^a
	Residual	14610,421	160	91,315		
	Total	110746,8	164			

a. Predictors: (Constant), variasi penambahan kapur, variasi waktu, variasi debit, variasi aliran

b. Dependent Variable: % penurunan Fe

Dari uji ANOVA atau F test, didapat F hitung adalah 263,199 dengan tingkat signifikan 0,000. Karena probabilitas 0.000 lebih kecil dari 0.000, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksikan konsentrasi Besi.

Tabel 4.8 Tabel Persamaan Regresi Persentase Penurunan Besi

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7,827	3,971		1,971	,050
	variasi aliran	-5,087	,920	-,159	-5,533	,000
	variasi debit	-6,941	,920	-,217	-7,549	,000
	variasi waktu	28,255	,920	,882	30,728	,000
	variasi penambahan kapur	6,883	1,502	,132	4,584	,000

a. Dependent Variable: % penurunan Fe

Tabel 4.9 Tabel Persamaan R square Persentase Penurunan Besi

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,932 ^a	,868	,865	9,55590

a. Predictors: (Constant), variasi penambahan kapur, variasi waktu, variasi debit, variasi aliran

Berdasarkan tabel 4.8 dan 4.9 dapat diketahui persamaan regresinya yaitu :

$$Y = 7,827 - 5,087 X_1 - 6,941 X_2 + 26,772 X_3 + 6,88 X_4$$

Dimana :

Y = penurunan Fe

X₁ = aliran

X₂ = debit filtrasi

X₃ = waktu filtrasi

X₄ = penambahan kapur

Dapat disimpulkan bahwa :

1. Konstanta sebesar 7,827 menyatakan bahwa jika tidak ada variabel aliran (X₁) dan debit filtrasi (X₂), variasi waktu filtrasi (X₃) dan variasi penambahan kapur (X₄), maka removal Fe sebesar 7,827 ppm. Koefisien regresi untuk variabel aliran (X₁) sebesar 5,087 menyatakan bahwa setiap terjadi perubahan aliran akan mengurangi removal Fe sebanyak-5,087. Koefisien regresi untuk variabel debit filtrasi (X₂) sebesar -6,941 menyatakan bahwa setiap pengurangan 1 ml/mnt akan

mengurangi removal Fe sebesar 6,941 ppm. Koefisien regresi untuk variabel waktu filtrasi (X_3) sebesar 28,255 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 menit akan meningkatkan removal Fe sebesar 28,255 ppm. Koefisien regresi untuk variabel penambahan kapur (X_4) sebesar 6,883 menyatakan bahwa setiap penambahan kapur 1 gr akan meningkatkan removal Fe sebesar 6,883 ppm.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent :

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Dasar pengambilan keputusan :

- Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel jika statistik t hitung < statistik t tabel maka H_0 diterima dan H_1 ditolak dan begitu sebaliknya.
 - a. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk aliran -5,533 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2,000 karena statistik t hitung < statistik t tabel ($5,533 < 2,000$), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.
 - b. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk debit filtrasi -7,549 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2,000, karena statistik t hitung < statistik t tabel ($7,549 < 2,000$), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.
 - c. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk waktu filtrasi 30,728 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2,000 karena statistik t hitung > statistik t tabel ($30,728 > 2,000$), maka H_0 ditolak (pengaruh waktu filtrasi dalam removal Fe signifikan/ diterima) dan H_1 diterima.
 - d. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk penambahan kapur 4,584 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2,000 karena statistik t hitung > statistik t tabel ($4,584 > 2,000$), maka H_0 ditolak (pengaruh penambahan kapur dalam removal Fe signifikan/ diterima) dan H_1 diterima.

➤ **Berdasarkan probabilitas**

Jika probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

Jika probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

Keputusan :

Terlihat bahwa kolom signifikan adalah 0.000, probabilitasnya lebih kecil dari 0.05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima jadi aliran, debit filtrasi, waktu filtrasi dan penambahan kapur benar-benar berpengaruh secara signifikan (sangat nyata) terhadap % penurunan Fe atau variabel X_1 , X_2 , X_3 dan X_4 benar – benar berpengaruh secara signifikan terhadap % penurunan Fe. (Yarnest, 2004)

4.3 PENURUNAN MANGAN TANPA PENAMBAHAN KAPUR

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi Mangan yang dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Brawijaya Malang, maka data konsentrasi akhir Mangan dan nilai pH setelah diujikan dengan alat filtrasi (filter marmer) yang memvariasikan debit aliran 125 ml/mnt, 135 ml/mnt dan 145 ml/mnt dan waktu pengaliran 0 menit, 15 menit dan 30 menit dapat dilihat pada tabel 4.10 dan 4.11.

Tabel 4.10 Data Konsentrasi Akhir Mn Tanpa Penambahan Kapur

Tipe aliran	Debit filtrasi (ml/mnt)	Waktu filtrasi (menit)	Konsentrasi awal Mn	Konsentrasi akhir Mn (ppm)			
				1	2	3	Rata-rata
Downflow	125	0	0,95	0,76	0,75	0,76	0,76
		15	0,95	0,48	0,47	0,49	0,48
		30	0,95	0,19	0,17	0,18	0,18
	135	0	0,95	0,81	0,81	0,82	0,81
		15	0,95	0,57	0,56	0,58	0,57
		30	0,95	0,33	0,31	0,32	0,32
	145	0	0,95	0,83	0,80	0,81	0,81
		15	0,95	0,59	0,57	0,58	0,58
		30	0,95	0,49	0,47	0,48	0,49
Biflow	125	0	0,95	0,76	0,77	0,75	0,76
		15	0,95	0,57	0,56	0,57	0,57
		30	0,95	0,24	0,23	0,25	0,24
	135	0	0,95	0,81	0,81	0,80	0,81
		15	0,95	0,62	0,63	0,61	0,62
		30	0,95	0,48	0,47	0,46	0,47
	145	0	0,95	0,83	0,82	0,84	0,83
		15	0,95	0,65	0,66	0,65	0,65
		30	0,95	0,49	0,50	0,51	0,51
	125	0	0,95	0,81	0,80	0,82	0,81
		15	0,95	0,67	0,65	0,65	0,66

Upflow	135	30	0,95	0,38	0,37	0,36	0,37	
		0	0,95	0,85	0,85	0,84	0,85	
		15	0,95	0,76	0,77	0,75	0,76	
	145	30	0,95	0,52	0,50	0,51	0,51	
		0	0,95	0,87	0,86	0,87	0,86	
		15	0,95	0,78	0,78	0,76	0,77	
			30	0,95	0,54	0,55	0,53	0,54

(sumber : penelitian)

Tabel 4.11 Data Nilai pH Tanpa Penambahan Kapur

Tipe aliran	Debit filtrasi (ml/mnt)	Waktu filtrasi (menit)	Nilai awal pH	Nilai akhir pH			
				1	2	3	Rata-rata
Downflow	125	0	7	7,17	7,15	7,16	7,16
		15	7	7,19	7,18	7,19	7,19
		30	7	7,24	7,23	7,25	7,24
	135	0	7	7,19	7,22	7,21	7,21
		15	7	7,22	7,24	7,23	7,23
		30	7	7,26	7,27	7,25	7,26
	145	0	7	7,23	7,25	7,24	7,24
		15	7	7,27	7,27	7,28	7,27
		30	7	7,32	7,33	7,31	7,32
Biflow	125	0	7	7,13	7,15	7,14	7,14
		15	7	7,17	7,16	7,18	7,17
		30	7	7,23	7,22	7,23	7,23
	135	0	7	7,19	7,17	7,18	7,18
		15	7	7,20	7,21	7,21	7,21
		30	7	7,23	7,25	7,24	7,24
	145	0	7	7,22	7,20	7,21	7,21
		15	7	7,24	7,23	7,25	7,24
		30	7	7,27	7,28	7,26	7,27

Upflow	125	0	7	7,12	7,11	7,12	7,12
		15	7	7,16	7,15	7,16	7,16
		30	7	7,21	7,20	7,22	7,21
	135	0	7	7,15	7,16	7,17	7,16
		15	7	7,19	7,21	7,20	7,20
		30	7	7,23	7,21	7,23	7,22
	145	0	7	7,17	7,19	7,18	7,18
		15	7	7,21	7,22	7,22	7,22
		30	7	7,25	7,24	7,26	7,25

(sumber: penelitian)

4.4 ANALISA KONSENTRASI AKHIR MANGAN

4.4.1. Analisa Deskriptif

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa batuan marmer sebagai media filtrasi dengan perlakuan yang dikerjakan meliputi variasi debit aliran 125 ml/mnt, 135 ml/mnt dan 145 ml/mnt dan waktu pengaliran 0 menit, 15 menit dan 30 menit mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi mangan.

Berdasarkan tabel 4.10 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir Mangan melalui filter marmer semakin menurun seiring dengan semakin kecilnya debit aliran serta semakin lamanya waktu pengaliran yang digunakan. Konsentrasi akhir Mn tertinggi pada aliran downflow terdapat pada perlakuan debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 0,81 ppm dan yang terendah terdapat pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 0,18 ppm. Sedangkan pada aliran biflow konsentrasi Mn tertinggi terdapat pada perlakuan debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit yaitu sebesar 0,83 ppm dan yang terendah pada perlakuan debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit yaitu sebesar 0,24 ppm dan untuk aliran upflow konsentrasi Mn tertinggi terdapat pada perlakuan debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 0,86 ppm dan yang terendah terdapat pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 0,37 ppm.

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

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

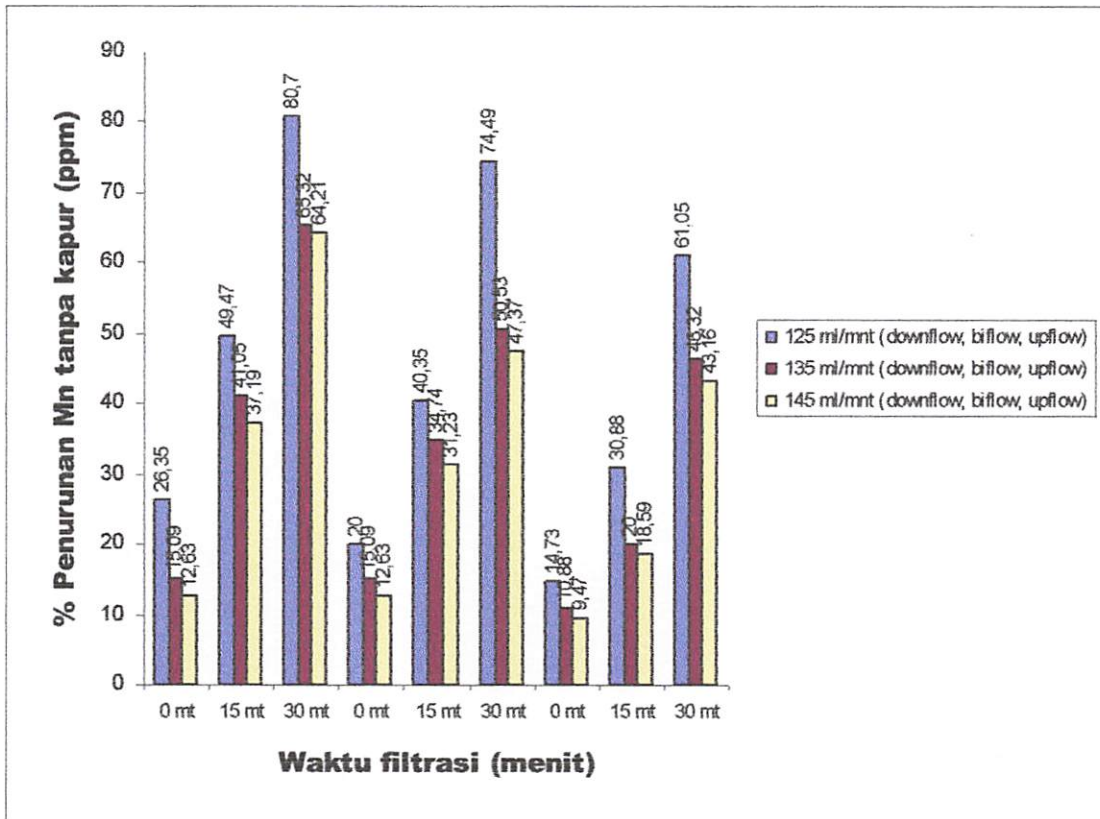
Tabel 4.12 Persentase Penurunan Konsentrasi Mangan

Tipe aliran	Debit filtrasi (ml/mnt)	Waktu filtrasi (menit)	Presentase penurunan konsentrasi Mn			
			%			
			1	2	3	Rata - rata
Downflow	125	0	20,00	21,05	38,00	26,35
		15	49,47	50,53	48,42	49,47
		30	80,00	82,10	80,00	80,70
	135	0	14,74	15,79	14,74	15,09
		15	40,00	42,10	41,05	41,05
		30	65,26	66,32	67,37	65,32
	145	0	12,63	11,58	13,68	12,63
		15	37,89	36,84	36,84	37,19
		30	63,16	65,26	64,21	64,21
Biflow	125	0	20,00	18,95	21,05	20,00
		15	49,47	41,05	40,00	40,35
		30	80,00	75,79	73,68	74,49
	135	0	14,74	14,74	15,09	15,09
		15	34,74	33,68	34,74	34,74
		30	49,47	50,53	50,53	50,53
	145	0	12,63	13,68	12,63	12,63
		15	31,58	30,53	31,23	31,23
		30	48,42	47,37	47,37	47,37
	125	0	14,74	15,78	13,68	14,73
		15	29,47	31,58	31,58	30,88

Upflow		30	60,00	62,10	61,05	61,05
	135	0	10,53	10,53	11,58	10,88
		15	20,00	18,95	21,05	20,00
		30	45,26	47,37	46,32	46,32
	145	0	8,42	10,53	9,47	9,47
		15	17,89	17,89	20,00	18,59
		30	43,16	42,10	44,21	43,16

(sumber: penelitian)

Berdasarkan tabel 4.12 menunjukkan bahwa kemampuan penurunan konsentrasi Besi melalui filter marmer untuk aliran downflow berkisar antara 12,63 % - 80,70 %, yakni kemampuan penurunan terbesar adalah 80,70% pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu 30 menit dan kemampuan terkecil pada debit 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 12,63%. Untuk filter batu marmer dengan aliran biflow berkisar antara 12,63% - 74,49%, yakni kemampuan penurunan terbesar adalah 74,49 % pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit dan kemampuan terkecil pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu 0 menit sebesar 12,63 %. Untuk filter batu marmer dengan aliran upflow berkisar antara 9,47 % - 61,05%, yakni kemampuan penurunan terbesar adalah 61,05 % pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit dan kemampuan terkecil pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 9,47%. Berdasarkan tabel 4.12 dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik Persentase Removal Konsentrasi Mangan Tanpa Kapur

4.4.2 Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam persentase penurunan Mangan maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA. Hasil uji tersebut tersaji dalam tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil Uji ANOVA Persentase Penurunan Mangan

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % penurunan Mn

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	70111,090 ^a	53	1322,851	383,599	,000
Intercept	237927,349	1	237927,349	68994,027	,000
Sampel	70111,090	53	1322,851	383,599	,000
Error	372,440	108	3,449		
Total	308410,880	162			
Corrected Total	70483,530	161			

a. R Squared = ,995 (Adjusted R Squared = ,992)

Pada tabel 4.13 merupakan hasil uji ANOVA satu faktor ANOVA satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara persentase penurunan Mangan di antara kelompok perlakuan.

Hipotesis:

H_0 = Kelima puluh empat rata-rata perlakuan adalah identik.

H_1 = Kelima puluh empat rata-rata perlakuan adalah tidak identik.

Keputusan:

Pada tabel diatas terlihat bahwa F hitung adalah 383,599 dengan probabilitas 0,000 karena probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak atau rata-rata nilai presentase penurunan Mn dalam kelima puluh empat perlakuan tersebut memang beda nyata

Untuk melihat persentase penurunan Mangan yang paling besar dan perbedaannya dalam setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.14 berikut ini:

D1L1W2P2 = downflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L1W3P2 = downflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L2W1P1 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L2W2P1 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L2W3P1 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L2W1P2 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L2W2P2 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L2W3P2 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L3W1P1 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L3W2P1 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L3W3P1 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L3W1P2 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L3W2P2 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L3W3P2 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L1W1P1 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L1W2P1 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur
0 gr.

B2L1W3P1 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur
0 gr.

B2L1W1P2 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur
55 gr.

B2L1W2P2 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan
kapur 55 gr.

B2L1W3P2 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan
kapur 55 gr.

B2L2W1P1 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur
0 gr.

B2L2W2P1 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan
kapur 0 gr.

B2L2W3P1 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan
kapur 0 gr.

B2L2W1P2 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur
55 gr.

B2L2W2 P2 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan
kapur 55 gr.

B2L2W3P2 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan
kapur 55 gr.

B2L3W1P1 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur
0 gr.

B2L3W2 P1 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan
kapur 0 gr.

B2L3W3 P1 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan
kapur 0 gr.

B2L3W1P2 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan
kapur 55 gr.

- B2L3W2P2 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- B2L3W3P2 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L1W1P1 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L1W2P1 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L1W3P1 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L1W1P2 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L1W2P2 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L1W3P2 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L2W1P1 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L2W2P1 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L2W3P1 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L2W1P2 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L2W2P2 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L2W3P2 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L3W1P1 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

U3L3W2P1 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

U3L3W3P1 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

U3L3W1P2 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

U3L3W2P2 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

U3L3W3P2 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

Hasil Uji Duncan menunjukkan bahwa pada U3L3W1P1 (upflow, debit filtrasi 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr), U3L2W1P1 (upflow, debit filtrasi 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr), D1L3W1P1 (downflow, debit filtrasi 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr), U3L3W1P2 (upflow, debit filtrasi 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 menit, penambahan kapur 55 gr) terletak dalam satu subset. Keempat perlakuan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang tidak nyata dalam perubahan removal Mn. Hal ini serupa juga terjadi pada perlakuan:

- 🚩 U3L2W1P1, D1L3W1P2, U3L3W1P2, B2L3W3P1
- 🚩 D1L3W1P1, U3L3W1P2, B2L3W1P1, U3L1W1P1, B2L3W1P2, U3L2W1P2, B2L2W1P1, D1L2W1P1
- 🚩 U3L3W1P1, B2L3W1P2, U3L2W1P2, B3L2W1P1, D1L2W1P2, D1L2W1P2, U3L1W1P2, B2L2W1P2, D1L3W1P2,
- 🚩 D1L2W1P2, U3L1W1P2, B2L2W1P2, D1L3W1P2, U3L3W2P1, B2L1W1P1, U3L2W2P1
- 🚩 B2L2W1P2, D1L3W1P2, U3L3W2P1, B2L1W1P1, U3L2W2P1, D1L1W1P2
- 🚩 U3L2W2P1, U3L2W2P1, U1L1W1P2, B2L1W1P2, B2L1W1P2
- 🚩 D1L1W1P1, U3L3W2P2, U3L2W2P2

- ✚ U3L2W2P2, U3L1W2P1, B2L3W2P1
- ✚ U3L1W2P1, B3L3W2P1, U3L1W2P2
- ✚ B2L2W2P1, B2L2W2P2, D1L3W2P1
- ✚ B2L3W2P2, D1L3W2P1, D2L2W2P2
- ✚ D2L2W2P2, D1L2W2P1, D1L2W2P2
- ✚ D1L2W2P1, D1L2W2P2, U3L3W3P1, B1L3W3P2
- ✚ B2L2W3P1, B2L3W3P1, B3L1W3P2, U1L1W2P1
- ✚ B2L2W3P1, B3L2W2P2, U1L1W2P1, D2L2W3P1
- ✚ D1L1W2P2, B2L3W3P2
- ✚ B2L3W3P2, B2L2W3P2
- ✚ B2L2W3P2, D1L3W3P2
- ✚ U3L2W3P1, U3L3W3P2, D1L3W3P1
- ✚ D1L3W3P1, U3L2W3P1, D1L2W3P1, D1L2W3P2, D3L1W3P2
- ✚ D3L1W3P2, U3L1W3P2, B2L1W3P1, B2L1W3P2, D1L1W3P1,
D1L1W3P2

4.4.3. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara variabel yang diamati, maka kita analisa data dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Korelasi antara Persentase Penurunan Mangan (ppm) Dengan Variasi Aliran, Variasi Debit (ml/mnt), Variasi Waktu (menit) dan Variasi Penambahan Kapur (gr)

		Correlations				
		% penurunan Mn	variasi aliran	variasi debit	variasi waktu	variasi penambahan kapur
Pearson Correlation	% penurunan Mn	1,000	-,229	-,241	,902	,098
	variasi aliran	-,229	1,000	,000	,000	,000
	variasi debit	-,241	,000	1,000	,000	,000
	variasi waktu	,902	,000	,000	1,000	,000
	variasi penambahan kapur	,098	,000	,000	,000	1,000
Sig. (1-tailed)	% penurunan Mn	.	,002	,001	,000	,106
	variasi aliran	,002	.	,500	,500	,500
	variasi debit	,001	,500	.	,500	,500
	variasi waktu	,000	,500	,500	.	,500
	variasi penambahan kapur	,106	,500	,500	,500	.
N	% penurunan Mn	162	162	162	162	162
	variasi aliran	162	162	162	162	162
	variasi debit	162	162	162	162	162
	variasi waktu	162	162	162	162	162
	variasi penambahan kapur	162	162	162	162	162

Dari tabel 4.15 menunjukkan bahwa:

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

- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan Mn dengan aliran $-0,229$. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang lemah karena memiliki nilai dibawah $0,5$ dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas $0,002$ lebih kecil dari $0,05$ ($0,002 < 0,05$), maka korelasinya nyata. Sedangkan tanda negatif menunjukkan hubungan yang berlawanan arah yang berarti jika % penurunan Mn tinggi, maka aliran harus diperkecil dan sebaliknya. (Yarnest,2004)
- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan Mn dengan variasi debit $-0,241$. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang lemah karena

memiliki nilai dibawah 0,5 dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0,001 lebih kecil dari 0,05 ($0,001 < 0,05$), maka korelasinya nyata. Sedangkan tanda negatif menunjukkan hubungan yang berlawanan arah berarti jika debit filtrasi diperkecil, maka % penurunan Mn tinggi dan sebaliknya. (Yarnest,2004).

- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan Mn dengan waktu fitrasi adalah 0,902. Hal menunjukkan adanya hubungan yang kuat karena diatas 0.5 dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0,000 lebih kecil dari 0,05 ($0,000 < 0,05$), maka korelasinya nyata (signifikan). Sedangkan arah hubungan positif yang menunjukkan hubungan searah yang berarti jika waktu filtrasi ditambah, maka penurunan Mn tinggi dan sebaliknya. (Yarnest,2004).
- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan Mn dengan penambahan kapur adalah 0,098. Hal menunjukkan adanya hubungan yang lemah karena dibawah 0.5 dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0,106 lebih besar dari 0,05 ($0,106 > 0,05$), maka korelasinya tidak nyata (signifikan). Sedangkan arah hubungan positif yang menunjukkan hubungan searah yang berarti jika jumlah kapur ditambah, maka % penurunan Mn tinggi dan sebaliknya. (Yarnest,2004).

4.4.4 Analisa Regresi

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

Tabel 4.16 Hasil Uji Regresi ANOVA Persentase Penurunan Mangan

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	65781,305	4	16445,326	549,084	,000 ^a
	Residual	4702,225	157	29,950		
	Total	70483,530	161			

a. Predictors: (Constant), variasi penambahan kapur, variasi waktu, variasi debit, variasi aliran

b. Dependent Variable: % penurunan Mn

Dari uji ANOVA atau F test, didapat F hitung adalah 549,084 dengan tingkat signifikan 0,000. Karena probabilitas 0.000 lebih kecil dari 0.000, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksikan presentase penurunan Mangan.

Tabel 4.17 Tabel Persamaan Regresi Persentase Penurunan Mangan

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	10,099	2,275		4,439	,000
	variasi aliran	-5,849	,527	-,229	-11,108	,000
	variasi debit	-6,154	,527	-,241	-11,888	,000
	variasi waktu	23,037	,527	,902	43,745	,000
	variasi penambahan kapur	4,105	,860	,098	4,773	,000

a. Dependent Variable: % penurunan Mn

Tabel 4.18 Tabel Persamaan R square Persentase Penurunan Mangan

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,966 ^a	,933	,932	5,47270

a. Predictors: (Constant), variasi penambahan kapur, variasi waktu, variasi debit, variasi aliran

Berdasarkan tabel 4.17 dan 4.18 dapat diketahui persamaan regresinya yaitu :

$$Y = 10,099 - 5,849 X_1 - 6,154 X_2 + 23,037 X_3 + 4,105 X_4$$

Dimana :

Y = penurunan Mn

X₁ = aliran

X₂ = debit filtrasi

X₃ = waktu filtrasi

X₄ = penambahan kapur

Dapat disimpulkan bahwa :

1. Konstanta sebesar 10,099 menyatakan bahwa jika tidak ada variabel aliran (X₁) dan debit (X₂), variasi waktu (X₃), dan variasi penambahan kapur (X₄) maka removal Mn sebesar 10,099 ppm. Koefisien regresi untuk variabel aliran (X₁) sebesar 5,589 menyatakan bahwa setiap terjadi perubahan aliran akan mengurangi removal Mn sebanyak 5,589. Koefisien regresi untuk variabel debit filtrasi (X₂) sebesar 6,154 menyatakan bahwa setiap pengurangan 1 ml/mnt akan mengurangi removal Mn sebesar 6,154 ppm. Koefisien regresi untuk variabel waktu filtrasi (X₃) sebesar 23,037 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 menit akan meningkatkan removal Mn sebesar 23,037 ppm. Koefisien regresi untuk variabel penambahan kapur (X₄) sebesar 4,105 menyatakan bahwa setiap penambahan kapur 1 gr akan meningkatkan removal Mn sebesar 4,105 ppm.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent :

Ho = koefisien regresi tidak signifikan

H1 = koefisien regresi signifikan

Dasar pengambilan keputusan :

- Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel jika statistik t hitung < statistik t tabel maka Ho diterima dan H1 ditolak dan begitu sebaliknya.

a Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk aliran -11,106 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2,000 karena statistik t hitung < statistik t tabel (11,106 < 2,000), maka HO ditolak dan HI diterima.

b. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk debit filtrasi -11,686 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2.000, karena statistik t

hitung < statistik t tabel (11,686 < 2,000), maka HO di tolak dan HI diterima.

- c. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk waktu filtrasi 43,745 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2,000 karena statistik t hitung > statistik t tabel (43,745 > 2,000), maka HO ditolak (pengaruh waktu filtrasi dalam removal Mn signifikan/ diterima) dan HI diterima.
- d. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk penambahan kapur 4,773 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2,000 karena statistik t hitung > statistik t tabel (4,773 > 2,000), maka HO ditolak (pengaruh penambahan kapur dalam removal Mn signifikan/ diterima) dan HI diterima.

➤ Berdasarkan probabilitas

Jika probabilitas > 0.05 maka Ho diterima dan H1 ditolak

Jika probabilitas < 0.05 maka Ho ditolak dan H1 diterima

Keputusan :

Terlihat bahwa kolom signifikan adalah 0.000, probabilitasnya lebih kecil dari 0.05 sehingga Ho ditolak dan H1 diterima jadi aliran, debit filtrasi, waktu filtrasi dan penambahan kapur benar-benar berpengaruh secara signifikan (sangat nyata) terhadap % penurunan Mn atau variabel X_1 , X_2 , X_3 , X_4 benar – benar berpengaruh secara signifikan terhadap % penurunan Mn. (Yarnest, 2004).

4.5 PENURUNAN BESI DENGAN PENAMBAHAN KAPUR

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi Besi yang dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Brawijaya Malang, maka data konsentrasi akhir Besi dan nilai pH setelah diujikan dengan alat filtrasi (filter marmer) yang memvariasikan debit aliran 125 ml/mnt, 135 ml/mnt dan 145 ml/mnt dan waktu pengaliran 0 menit, 15 menit dan 30 menit dapat dilihat pada tabel 4.19 dan 4.20.

Tabel 4.19 Data Konsentrasi Akhir Fe Dengan Penambahan Kapur

Tipe aliran	Debit filtrasi (ml/mnt)	Waktu filtrasi (menit)	Konsentrasi awal Fe	Konsentrasi akhir Fe (ppm)			
				1	2	3	Rata-rata
Downflow	125	0	1,03	0,72	0,70	0,71	0,71
		15	1,03	0,29	0,27	0,28	0,28
		30	1,03	0,12	0,11	0,12	0,12
	135	0	1,03	0,77	0,75	0,76	0,76
		15	1,03	0,29	0,27	0,29	0,28
		30	1,03	0,23	0,25	0,24	0,24
	145	0	1,03	0,79	0,79	0,80	0,79
		15	1,03	0,41	0,40	0,42	0,41
		30	1,03	0,22	0,23	0,23	0,23
Biflow	125	0	1,03	0,77	0,76	0,78	0,77
		15	1,03	0,22	0,21	0,23	0,22
		30	1,03	0,16	0,17	0,16	0,16
	135	0	1,03	0,89	0,88	0,90	0,89
		15	1,03	0,42	0,40	0,41	0,41
		30	1,03	0,29	0,30	0,29	0,29
	145	0	1,03	0,90	0,92	0,91	0,91
		15	1,03	0,47	0,46	0,48	0,47
		30	1,03	0,31	0,33	0,31	0,31
	125	0	1,03	0,80	0,80	0,82	0,81
		15	1,03	0,31	0,29	0,32	0,31

Upflow		30	1,03	0,22	0,21	0,23	0,22
	135	0	1,03	0,84	0,83	0,85	0,84
		15	1,03	0,33	0,32	0,34	0,33
		30	1,03	0,24	0,23	0,24	0,24
	145	0	1,03	0,89	0,88	0,90	0,89
		15	1,03	0,36	0,35	0,37	0,36
		30	1,03	0,26	0,26	0,27	0,26

(sumber: penelitian)

Tabel 4.20 Data Nilai pH Dengan Penambahan Kapur

Tipe aliran	Debit filtrasi (ml/mnt)	Waktu filtrasi (menit)	Nilai awal pH	Nilai akhir pH			
				1	2	3	Rata-rata
Downflow	125	0	9	9,15	9,17	9,16	9,16
		15	9	9,21	9,23	9,21	9,22
		30	9	9,24	9,26	9,25	9,25
	135	0	9	9,17	9,18	9,16	9,17
		15	9	9,24	9,24	9,26	9,25
		30	9	9,31	9,33	9,32	9,32
	145	0	9	9,20	9,18	9,19	9,19
		15	9	9,34	9,35	9,33	9,34
		30	9	9,37	9,36	9,35	9,36
Biflow	125	0	9	9,13	9,15	9,14	9,14
		15	9	9,20	9,21	9,20	9,20
		30	9	9,22	9,24	9,23	9,23
	135	0	9	9,17	9,16	9,18	9,17
		15	9	9,23	9,24	9,22	9,23
		30	9	9,27	9,25	9,26	9,26
	145	0	9	9,19	9,20	9,19	9,19
		15	9	9,26	9,28	9,27	9,27
		30	9	9,34	9,35	9,32	9,34

Upflow	125	0	9	9,12	9,11	9,13	9,12
		15	9	9,19	9,19	9,20	9,19
		30	9	9,23	9,25	9,24	9,24
	135	0	9	9,15	9,17	9,16	9,16
		15	9	9,22	9,21	9,22	9,22
		30	9	9,29	9,30	9,32	9,30
	145	0	9	9,19	9,18	9,20	9,19
		15	9	9,26	9,24	9,26	9,25
		30	9	9,32	9,31	9,33	9,32

(sumber: penelitian)

4.6 ANALISA KONSENTRASI AKHIR BESI

4.6.1 Analisa Deskriptif

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa batuan marmer sebagai media filtrasi dengan perlakuan yang dikerjakan meliputi variasi debit aliran 125 ml/mnt, 135 ml/mnt dan 145 ml/mnt dan waktu pengaliran 0 menit, 15 menit dan 30 menit mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi Besi.

Berdasarkan tabel 4.19 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir Besi melalui filter marmer semakin menurun seiring dengan semakin kecilnya debit aliran serta semakin lamanya waktu pengaliran yang digunakan. Konsentrasi akhir Fe tertinggi pada aliran downflow terdapat pada perlakuan debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 0,79 ppm dan yang terendah terdapat pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 0,12 ppm. Sedangkan pada aliran biflow konsentrasi Fe tertinggi terdapat pada perlakuan debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit yaitu sebesar 0,91 ppm dan yang terendah pada perlakuan debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit yaitu sebesar 0,31 ppm dan untuk aliran upflow konsentrasi Fe tertinggi terdapat pada perlakuan debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu 0 menit sebesar 0,89 ppm dan yang terendah terdapat pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 0,26 ppm.

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

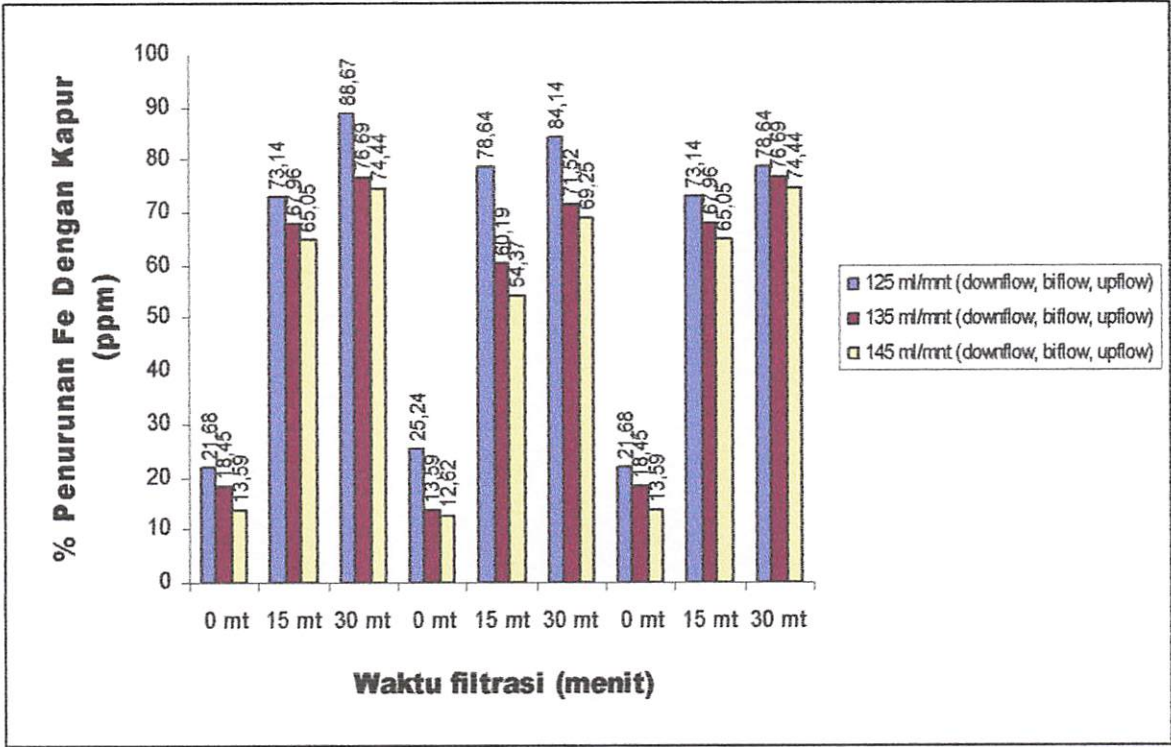
$$\% \text{ removal} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Tabel 4.21 Persentase Penurunan Konsentrasi Besi

Tipe aliran	Debit filtrasi (ml/mnt)	Waktu filtrasi (menit)	Presentase penurunan konsentrasi Fe %			
			1	2	3	Rata - rata
Downflow	125	0	22,33	22,33	20,39	21,68
		15	69,90	71,84	77,67	73,14
		30	88,35	89,32	88,35	88,67
	135	0	18,45	19,42	17,48	18,45
		15	67,96	68,93	66,99	67,96
		30	76,69	77,67	75,73	76,69
	145	0	13,59	14,56	12,62	13,59
		15	65,05	66,02	64,08	65,05
		30	74,76	74,76	73,79	74,44
Biflow	125	0	25,24	26,21	24,27	25,24
		15	78,64	79,61	77,67	78,64
		30	84,47	83,49	84,47	84,14
	135	0	13,59	14,56	12,62	13,59
		15	59,22	61,16	60,19	60,19
		30	71,84	70,87	71,84	71,52
	145	0	12,62	11,65	13,59	12,62
		15	54,37	55,34	53,39	54,37
		30	69,90	67,96	69,90	69,25
	125	0	22,33	22,33	20,39	21,68
		15	69,90	71,84	77,67	73,14

Upflow	135	30	78,64	79,61	77,66	78,64
		0	18,45	19,42	17,48	18,45
		15	67,96	68,93	66,99	67,96
	145	30	76,69	77,67	75,73	76,69
		0	13,59	14,56	12,62	13,59
		15	65,05	66,02	64,08	65,05
		30	74,76	74,76	73,79	74,44

Berdasarkan tabel 4.21 menunjukkan bahwa kemampuan penurunan konsentrasi Besi melalui filter marmer untuk aliran downflow berkisar antara 13,59 % - 88,67 %, yakni kemampuan penurunan terbesar adalah 88,67 % pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit dan kemampuan terkecil pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 13,59%. Untuk filter batu marmer dengan aliran biflow berkisar antara 12,62 % - 84,14%, yakni kemampuan penurunan terbesar adalah 84,14 % pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit dan kemampuan terkecil pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 12,62 %. Untuk filter batu marmer dengan aliran upflow berkisar antara 13,59 % - 78,64%, yakni kemampuan penurunan terbesar adalah 70,87% pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit dan kemampuan terkecil pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 13,59%. Berdasarkan tabel 4.21 dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Persentase Removal Konsentrasi Besi Dengan Penambahan Kapur

4.6.2 Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam presentase penurunan Besi, maka dilakukan analisa dengan menggunakan uji ANOVA. Hasil uji tersebut tersaji dalam tabel 4.22.

Tabel 4.22 Hasil Uji ANOVA Persentase Penurunan Besi

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % penurunan Fe

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	110587,401 ^a	53	2086,555	1414,019	,000
Intercept	414830,946	1	414830,946	281123,1	,000
Sampel	110587,401	53	2086,555	1414,019	,000
Error	159,367	108	1,476		
Total	525577,714	162			
Corrected Total	110746,768	161			

a. R Squared = ,999 (Adjusted R Squared = ,998)

Pada tabel 4.22 merupakan hasil uji ANOVA satu faktor ANOVA satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara persentase penurunan Besi di antara kelompok perlakuan.

Hipotesis:

H_0 = Kelima puluh empat rata-rata perlakuan adalah identik.

H_1 = Kelima puluh empat rata-rata perlakuan adalah tidak identik.

Keputusan:

Pada tabel diatas terlihat bahwa F hitung adalah 1414,019 dengan probabilitas 0,000 karena probabilitas < 0.05, maka H_0 ditolak atau rata-rata nilai presentase penurunan Fe dalam kelima puluh empat perlakuan tersebut memang beda nyata

Untuk melihat persentase penurunan Besi yang paling besar dan perbedaannya dalam setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.23 berikut ini:

Tabel 4.23 Hasil Uji Duncan Persentase Penurunan Besi

Duncan ^a		% penurunan Fe																						
Group	N	Mean																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	
DILIW1P1	3	4,8900																						
DILIW2P1	3	6,7833																						
DILIW3P1	3		10,0300																					
DILIW1P2	3			11,0733																				
DILIW2P2	3				12,6200																			
DILIW3P2	3					15,5800																		
DILIW1P1	3				15,5800																			
DILIW2P1	3				17,7667																			
DILIW3P1	3					19,4000																		
DILIW1P2	3					19,4000																		
DILIW2P2	3					21,6933																		
DILIW3P2	3					21,6933																		
DILIW1P1	3					21,9933																		
DILIW2P1	3					22,0967																		
DILIW3P1	3					23,3000																		
DILIW1P2	3					23,3000	23,3000																	
DILIW2P2	3					24,3700	24,3700																	
DILIW3P2	3					25,2433	25,2433																	
DILIW1P1	3							30,0067																
DILIW2P1	3							31,7166																
DILIW3P1	3								35,8200															
DILIW1P2	3									50,4833														
DILIW2P2	3									51,7833														
DILIW3P2	3									51,7833														
DILIW1P1	3									51,7833														
DILIW2P1	3									51,7833														
DILIW3P1	3									51,7833														
DILIW1P2	3										55,8067													
DILIW2P2	3										56,0000													
DILIW3P2	3										56,0000													
DILIW1P1	3										56,0000													
DILIW2P1	3										56,0000													
DILIW3P1	3										56,0000													
DILIW1P2	3											57,2000												
DILIW2P2	3											57,2000												
DILIW3P2	3											57,2000												
DILIW1P1	3												57,2000											
DILIW2P1	3												57,2000											
DILIW3P1	3												57,2000											
DILIW1P2	3													57,2000										
DILIW2P2	3													57,2000										
DILIW3P2	3													57,2000										
DILIW1P1	3														57,2000									
DILIW2P1	3														57,2000									
DILIW3P1	3														57,2000									
DILIW1P2	3															57,2000								
DILIW2P2	3															57,2000								
DILIW3P2	3															57,2000								
DILIW1P1	3																57,2000							
DILIW2P1	3																57,2000							
DILIW3P1	3																57,2000							
DILIW1P2	3																	57,2000						
DILIW2P2	3																	57,2000						
DILIW3P2	3																	57,2000						
DILIW1P1	3																		57,2000					
DILIW2P1	3																		57,2000					
DILIW3P1	3																		57,2000					
DILIW1P2	3																			57,2000				
DILIW2P2	3																			57,2000				
DILIW3P2	3																			57,2000				
DILIW1P1	3																				57,2000			
DILIW2P1	3																				57,2000			
DILIW3P1	3																				57,2000			
DILIW1P2	3																					57,2000		
DILIW2P2	3																					57,2000		
DILIW3P2	3																					57,2000		
DILIW1P1	3																						57,2000	
DILIW2P1	3																						57,2000	
DILIW3P1	3																						57,2000	
DILIW1P2	3																						57,2000	
DILIW2P2	3																						57,2000	
DILIW3P2	3																						57,2000	
DILIW1P1	3																						57,2000	
DILIW2P1	3																						57,2000	
DILIW3P1	3																						57,2000	
DILIW1P2	3																						57,2000	
DILIW2P2	3																						57,2000	
DILIW3P2	3																						57,2000	
DILIW1P1	3																						57,2000	
DILIW2P1	3																						57,2000	
DILIW3P1	3																						57,2000	
DILIW1P2	3																						57,2000	
DILIW2P2	3																						57,2000	
DILIW3P2	3																						57,2000	
DILIW1P1	3																						57,2000	
DILIW2P1	3																						57,2000	
DILIW3P1	3																						57,2000	
DILIW1P2	3																						57,2000	
DILIW2P2	3																						57,2000	
DILIW3P2	3																						57,2000	
DILIW1P1	3																						57,2000	
DILIW2P1	3																						57,2000	
DILIW3P1	3																						57,2000	
DILIW1P2	3																						57,2000	
DILIW2P2	3																						57,2000	
DILIW3P2	3																						57,2000	
DILIW1P1	3																						57,2000	
DILIW2P1	3																						57,2000	
DILIW3P1	3																						57,2000	
DILIW1P2	3																							

D1L2W1P1 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L2W2P1 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L2W3P1 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L2W1P2 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L2W2P2 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L2W3P2 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L3W1P1 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L3W2P1 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L3W3P1 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L3W1P2 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L3W2P2 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L3W3P2 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L1W1P1 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L1W2P1 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L1W3P1 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L1W1P2 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L1W2P2 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L1W3P2 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L2W1P1 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L2W2P1 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L2W3P1 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L2W1P2 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L2W2 P2 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L2W3P2 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L3W1P1 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L3W2 P1 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L3W3 P1 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L3W1P2 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L3W2P2 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

- B2L3W3P2 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L1W1P1 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L1W2P1 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L1W3P1 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L1W1P2 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L1W2P2 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L1W3P2 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L2W1P1 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L2W2P1 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L2W3P1 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L2W1P2 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L2W2P2 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L2W3P2 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L3W1P1 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L3W2P1 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

U3L3W3P1 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

U3L3W1P2 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

U3L3W2P2 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

U3L3W3P2 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

Hasil Uji Duncan pada perlakuan U3L3W1P1 (upflow, debit filtrasi 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 menit, penambahan kapur 0 gr), U3L2W1P1 (upflow, debit filtrasi 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 menit, penambahan kapur 0 gr) terletak dalam satu subset (kelompok). Kedua perlakuan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang tidak nyata dalam perubahan removal Fe. Hal ini serupa juga terjadi pada perlakuan:

- ✚ B2L3W1P1, D2L2W1P1
- ✚ B2L2W1P1, B2L3W1P2, B2L2W1P2, D1L3W1P2, U3L3W1P2
- ✚ U3L1W1P1, D1L2W1P2, U3L2W1P2, U3L1W1P2
- ✚ U3L1W1P1, D1L3W1P1, D1L2W1P1, B2L1W1P1
- ✚ D1L2W1P1, B2L1W1P1, B2L1W1P2,
- ✚ D1L1W1P1, U3L3W2P1
- ✚ U3L3W2P1, U3L3W3P1
- ✚ B2L2W2P1, B2L3W2P1, U3L2W3P1,
- ✚ U3L2W3P1, B2L3W2P2, D1L1W2P1
- ✚ D1L2W2P1, B2L2W2P2
- ✚ D1L3W2P2, U3L3W2P2
- ✚ D1L2W2P2, U3L2W2P2, B2L3W3P1, B2L3W3P2, D1L3W1P1
- ✚ B2L3W3P1, B2L2W3P2, D1L3W3P1, B2L2W3P1
- ✚ B2L3W3P2, D1L3W1P1, U3L1W3P1, B2L2W3P1, D1L1W2P1, B2L2W3

- ✚ B2L2W3P1, D1L1W2P2, B2L2W3P2, D1L1W2P2, U3L1W1P2
- ✚ D1L1W2P2, U3L1W2P2, D1L3W3P2, U3L3W3P2
- ✚ B2L1W2P1, D1L2W3P2, U3L2W3P2, D1L2W3P1, U3L1W3P2, B2L1W2P2
- ✚ B2L1W3P1, B2L1W3P2
- ✚ D1L1W3P1, D1L1W3P2

4.6.3. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara variabel yang diamati, maka kita analisa data dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.24.

Tabel 4.24 Korelasi antara Persentase Penurunan Besi (ppm) Dengan Variasi Aliran, Variasi Debit (ml/mnt), Variasi Waktu (menit) dan Variasi Penambahan Kapur

		Correlations				
		% penurunan Fe	variasi aliran	variasi debit	variasi waktu	variasi penambahan kapur
Pearson Correlation	% penurunan Fe	1,000	-,159	-,217	,882	,132
	variasi aliran	-,159	1,000	,000	,000	,000
	variasi debit	-,217	,000	1,000	,000	,000
	variasi waktu	,882	,000	,000	1,000	,000
	variasi penambahan kapur	,132	,000	,000	,000	1,000
Sig. (1-tailed)	% penurunan Fe	.	,021	,003	,000	,046
	variasi aliran	,021	.	,500	,500	,500
	variasi debit	,003	,500	.	,500	,500
	variasi waktu	,000	,500	,500	.	,500
	variasi penambahan kapur	,046	,500	,500	,500	.
N	% penurunan Fe	165	165	165	165	165
	variasi aliran	165	165	165	165	165
	variasi debit	165	165	165	165	165
	variasi waktu	165	165	165	165	165
	variasi penambahan kapur	165	165	165	165	165

Dari tabel 4.24 menunjukkan bahwa:

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

- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan Fe dengan aliran $-0,159$. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang lemah karena memiliki nilai dibawah $0,5$ dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas $0,021$ lebih kecil dari $0,05$ ($0,021 < 0,05$), maka korelasinya nyata. Sedangkan tanda negatif menunjukkan hubungan yang berlawanan arah yang berarti jika % penurunan Fe tinggi, maka aliran harus diperkecil dan sebaliknya. (Yarnest,2004).
- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan Fe dengan variasi debit filtrasi $-0,217$. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang lemah karena memiliki nilai dibawah $0,5$ dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas $0,003$ lebih kecil dari $0,05$ ($0,003 < 0,05$), maka korelasinya nyata. Sedangkan tanda negatif menunjukkan hubungan yang berlawanan arah berarti jika debit diperkecil, maka % penurunan Fe tinggi dan sebaliknya. (Yarnest,2004).
- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan konsentrasi Fe dengan waktu adalah $0,882$. Hal menunjukkan adanya hubungan yang kuat karena diatas $0,5$ dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas $0,000$ lebih kecil dari $0,05$ ($0,000 < 0,05$), maka korelasinya nyata (signifikan). Sedangkan arah hubungan positif yang menunjukkan hubungan searah yang berarti jika waktu filtrasi ditambah, maka % penurunan Fe tinggi dan sebaliknya. (Yarnest,2004).
- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan Fe dengan penambahan kapur adalah $0,132$. Hal menunjukkan adanya hubungan yang

lemah karena dibawah 0.5 dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0,046 lebih kecil dari 0,05 ($0,046 < 0,05$), maka korelasinya nyata (signifikan). Sedangkan arah hubungan positif yang menunjukkan hubungan searah yang berarti jika jumlah kapur ditambah, maka % penurunan Fe tinggi dan sebaliknya. (Yarnest,2004).

4.6.4 Analisa Regresi

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

Tabel 4.25 Hasil Uji Regresi ANOVA Persentase Penurunan Besi

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	96136,348	4	24034,087	263,199	,000 ^a
	Residual	14610,421	160	91,315		
	Total	110746,8	164			

- a. Predictors: (Constant), variasi penambahan kapur, variasi waktu, variasi debit, variasi aliran
- b. Dependent Variable: % penurunan Fe

Dari uji ANOVA atau F test, didapat F hitung adalah 263,199 dengan tingkat signifikan 0,000. Karena probabilitas 0.000 lebih kecil dari 0.000, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksikan presentase penurunan Besi.

Tabel 4.26 Tabel Persamaan Regresi Persentase Penurunan Besi

		Coefficients ^a				
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7,827	3,971		1,971	,050
	variasi aliran	-5,087	,920	-,159	-5,533	,000
	variasi debit	-6,941	,920	-,217	-7,549	,000
	variasi waktu	28,255	,920	,882	30,728	,000
	variasi penambahan kapur	6,883	1,502	,132	4,584	,000

a. Dependent Variable: % penurunan Fe

Tabel 4.27 Tabel Persamaan R square Persentase Penurunan Besi

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,932 ^a	,868	,865	9,55590

a. Predictors: (Constant), variasi penambahan kapur, variasi waktu, variasi debit, variasi aliran

Berdasarkan tabel 4.26 dan 4.27 dapat diketahui persamaan regresinya yaitu :

$$Y = 7,827 - 5,087 X_1 - 6,941 X_2 + 26,772 X_3 + 6,88 X_4$$

Dimana :

Y = penurunan Fe

X₁ = aliran

X₂ = debit filtrasi

X₃ = waktu filtrasi

X₄ = penambahan kapur

Dapat disimpulkan bahwa :

1. Konstanta sebesar 7,827 menyatakan bahwa jika tidak ada variabel aliran (X₁) dan debit (X₂), variasi waktu (X₃) dan variasi penambahan kapur (X₄), maka removal Fe sebesar 7,827 ppm. Koefisien regresi untuk variabel aliran (X₁) sebesar 5,087 menyatakan bahwa setiap terjadi perubahan aliran akan mengurangi removal Fe sebanyak-5,087. Koefisien regresi untuk variabel debit filtrasi (X₂) sebesar -6,941

menyatakan bahwa setiap pengurangan 1 ml/mnt akan mengurangi removal Fe sebesar 6,941 ppm. Koefisien regresi untuk variabel waktu filtrasi (X_3) sebesar 28,255 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 menit akan meningkatkan removal Fe sebesar 28,255 ppm. Koefisien regresi untuk variabel penambahan kapur (X_4) sebesar 6,883 menyatakan bahwa setiap penambahan kapur 1 gr akan meningkatkan removal Fe sebesar 6,883 ppm.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent :

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Dasar pengambilan keputusan :

- Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel jika statistik t hitung < statistik t tabel maka H_0 diterima dan H_1 ditolak dan begitu sebaliknya.
 - e. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk aliran -5,533 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2,000 karena statistik t hitung < statistik t tabel ($5,533 < 2,000$), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.
 - f. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk debit filtrasi -7,549 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2,000, karena statistik t hitung < statistik t tabel ($7,549 < 2,000$), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.
 - g. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk waktu filtrasi 30,728 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2,000 karena statistik t hitung > statistik t tabel ($30,728 > 2,000$), maka H_0 ditolak (pengaruh waktu filtrasi dalam removal Fe signifikan/ diterima) dan H_1 diterima.
 - h. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk pH 4,584 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2,000 karena statistik t hitung > statistik t tabel ($4,584 > 2,000$), maka H_0

**ditolak (pengaruh penambahan kapur dalam removal Fe signifikan/
diterima) dan H1 diterima**

➤ **Berdasarkan probabilitas**

Jika probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

Jika probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

Keputusan :

Terlihat bahwa kolom signifikan adalah 0.000, probabilitasnya lebih kecil dari 0.05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima jadi aliran, debit filtrasi, waktu filtrasi dan penambahan kapur benar-benar berpengaruh secara signifikan (sangat nyata) terhadap % penurunan Fe atau variabel X_1 , X_2 , X_3 dan X_4 benar – benar berpengaruh secara signifikan terhadap % penurunan Fe. (Yarnest, 2004).

4.7 PENURUNAN MANGAN DENGAN PENAMBAHAN KAPUR

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi Mangan yang dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Brawijaya Malang, maka data konsentrasi akhir Mangan dan nilai pH setelah diujikan dengan alat filtrasi (filter marmer) yang memvariasikan debit aliran 125 ml/mnt, 135 ml/mnt dan 145 ml/mnt dan waktu pengaliran 0 menit, 15 menit dan 30 menit dapat dilihat pada tabel 4.28 dan 4.29.

Tabel 4.28 Data Konsentrasi Akhir Mn Dengan Penambahan Kapur

Tipe aliran	Debit filtrasi (ml/mnt)	Waktu filtrasi (menit)	Konsentrasi awal Mn	Konsentrasi akhir Mn (ppm)			
				1	2	3	Rata-rata
Downflow	125	0	0,95	0,74	0,76	0,75	0,75
		15	0,95	0,46	0,45	0,47	0,46
		30	0,95	0,17	0,17	0,18	0,17
	135	0	0,95	0,79	0,78	0,80	0,79
		15	0,95	0,55	0,57	0,56	0,56
		30	0,95	0,31	0,33	0,32	0,32
	145	0	0,95	0,78	0,79	0,77	0,78
		15	0,95	0,53	0,54	0,52	0,53
		30	0,95	0,41	0,41	0,40	0,41
Biflow	125	0	0,95	0,73	0,75	0,74	0,74
		15	0,95	0,49	0,48	0,47	0,48
		30	0,95	0,22	0,20	0,21	0,21
	135	0	0,95	0,79	0,77	0,78	0,78
		15	0,95	0,59	0,57	0,58	0,58
		30	0,95	0,43	0,41	0,42	0,42
	145	0	0,95	0,80	0,82	0,81	0,81
		15	0,95	0,61	0,60	0,62	0,61
		30	0,95	0,45	0,44	0,43	0,44
	125	0	0,95	0,79	0,78	0,80	0,79
		15	0,95	0,64	0,64	0,63	0,64

Upflow	135	30	0,95	0,31	0,32	0,33	0,32
		0	0,95	0,81	0,80	0,82	0,81
		15	0,95	0,67	0,66	0,68	0,67
	145	30	0,95	0,34	0,34	0,33	0,34
		0	0,95	0,83	0,82	0,84	0,83
		15	0,95	0,69	0,69	0,70	0,69
		30	0,95	0,37	0,36	0,38	0,37

(sumber penelitian)

Tabel 4.29 Data Nilai pH Dengan Penambahan Kapur

Tipe aliran	Debit filtrasi (ml/mnt)	Waktu filtrasi (menit)	Nilai awal pH	Nilai akhir pH			
				1	2	3	Rata- rata
Downflow	125	0	9	9,15	9,17	9,16	9,16
		15	9	9,21	9,23	9,21	9,22
		30	9	9,24	9,26	9,25	9,25
	135	0	9	9,17	9,18	9,16	9,17
		15	9	9,24	9,24	9,26	9,25
		30	9	9,31	9,33	9,32	9,32
	145	0	9	9,20	9,18	9,19	9,19
		15	9	9,34	9,35	9,33	9,34
		30	9	9,37	9,36	9,35	9,36
Biflow	125	0	9	9,13	9,15	9,14	9,14
		15	9	9,20	9,21	9,20	9,20
		30	9	9,22	9,24	9,23	9,23
	135	0	9	9,17	9,16	9,18	9,17
		15	9	9,23	9,24	9,22	9,23
		30	9	9,27	9,25	9,26	9,26
	145	0	9	9,19	9,20	9,19	9,19
		15	9	9,26	9,28	9,27	9,27
		30	9	9,34	9,35	9,32	9,34

Upflow	125	0	9	9,12	9,11	9,13	9,12
		15	9	9,19	9,19	9,20	9,19
		30	9	9,23	9,25	9,24	9,24
	135	0	9	9,15	9,17	9,16	9,16
		15	9	9,22	9,21	9,22	9,22
		30	9	9,29	9,30	9,32	9,30
	145	0	9	9,19	9,18	9,20	9,19
		15	9	9,26	9,24	9,26	9,25
		30	9	9,32	9,31	9,33	9,32

(sumber: penelitian)

4.8. ANALISA KONSENTRASI AKHIR MANGAN

4.8.1. Analisa Deskriptif

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa batuan marmer sebagai media filtrasi dengan perlakuan yang dikerjakan meliputi variasi debit aliran 125 ml/mnt, 135 ml/mnt dan 145 ml/mnt dan waktu pengaliran 0 menit, 15 menit dan 30 menit mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi mangan.

Berdasarkan tabel 4.28 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir Mangan melalui filter marmer semakin menurun seiring dengan semakin kecilnya debit aliran serta semakin lamanya waktu pengaliran yang digunakan. Konsentrasi akhir Mn tertinggi pada aliran downflow terdapat pada perlakuan debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 0,78 ppm dan yang terendah terdapat pada debit 125 ml/mnt dan waktu 30 menit sebesar 0,17 ppm. Sedangkan pada aliran biflow konsentrasi Mn tertinggi terdapat pada perlakuan debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit yaitu sebesar 0,81 ppm dan yang terendah pada perlakuan debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit yaitu sebesar 0,21 ppm dan untuk aliran upflow konsentrasi Mn tertinggi terdapat pada perlakuan debit filtrasi 45 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 0,83 ppm dan yang terendah terdapat pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 0,32 ppm.

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

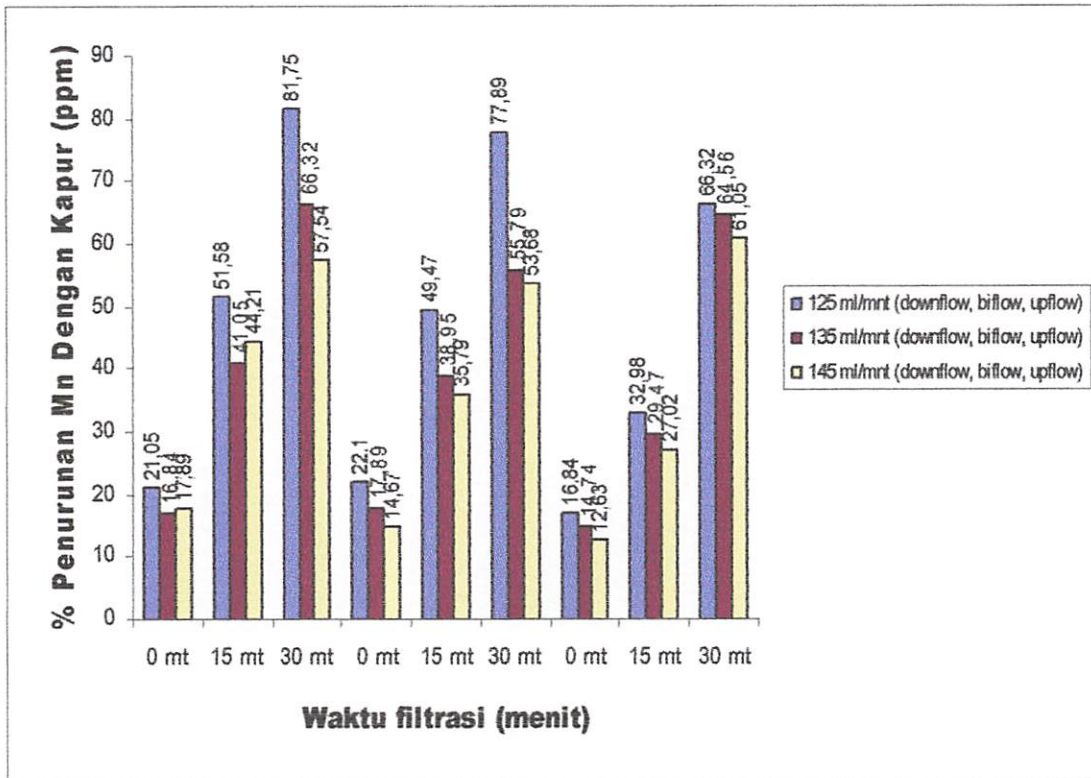
$$\% \text{ removal} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Tabel 4.29 Persentase Penurunan Dengan Konsentrasi Mangan

Tipe aliran	Debit filtrasi (ml/mnt)	Waktu filtrasi (menit)	Presentase penurunan konsentrasi Mn %			
			1	2	3	Rata - rata
Downflow	125	0	22,10	20,00	21,05	21,05
		15	51,58	52,63	50,53	51,58
		30	82,10	82,10	81,05	81,75
	135	0	16,84	17,89	15,79	16,84
		15	42,10	40,00	41,05	41,05
		30	67,37	65,26	66,32	66,32
	145	0	17,89	16,84	18,95	17,89
		15	44,21	43,16	45,26	44,21
		30	57,89	56,84	57,89	57,54
Biflow	125	0	23,16	21,05	22,10	22,10
		15	48,42	49,47	50,53	49,47
		30	76,84	78,95	77,89	77,89
	135	0	16,84	18,95	17,89	17,89
		15	37,89	40,00	38,95	38,95
		30	54,74	56,84	55,79	55,79
	145	0	15,79	13,68	14,74	14,67
		15	35,79	36,84	34,74	35,79
		30	52,63	53,68	54,74	53,68
	125	0	16,84	17,89	15,79	16,84
		15	32,63	32,63	33,68	32,98

Upflow	135	30	67,37	66,32	65,26	66,32
		0	14,74	15,79	13,68	14,74
		15	29,47	30,53	28,42	29,47
		30	64,21	64,21	65,26	64,56
	145	0	12,63	13,68	11,58	12,63
		15	27,37	27,37	26,32	27,02
		30	61,05	62,10	60,00	61,05

Berdasarkan tabel 4.29 menunjukkan bahwa kemampuan penurunan konsentrasi Besi melalui filter marmer untuk aliran downflow berkisar antara 16,84 % - 81,75 %, yakni kemampuan penurunan terbesar adalah 81,75% pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit dan kemampuan terkecil pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 16,84%. Untuk filter batu marmer dengan aliran biflow berkisar antara 14,67% - 77,89%, yakni kemampuan penurunan terbesar adalah 77,89 % pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit dan kemampuan terkecil pada debit 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 14,89 %. Untuk filter batu marmer dengan aliran upflow berkisar antara 12,63 % - 61,05%, yakni kemampuan penurunan terbesar adalah 61,05 % pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit dan kemampuan terkecil pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 12,63 %. Berdasarkan tabel 4.29 dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Persentase Removal Konsentrasi Mangan Dengan Kapur

4.8.2 Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan presentase Mangan maka dilakukan analisa dengan menggunakan uji ANOVA. Hasil uji tersebut tersaji dalam tabel 4.30.

Tabel 4.30 Hasil Uji ANOVA Persentase Penurunan Konsentrasi Mangan

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % penurunan Mn

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	70111,090 ^a	53	1322,851	383,599	,000
Intercept	237927,349	1	237927,349	68994,027	,000
Sampel	70111,090	53	1322,851	383,599	,000
Error	372,440	108	3,449		
Total	308410,880	162			
Corrected Total	70483,530	161			

a. R Squared = ,995 (Adjusted R Squared = ,992)

Pada tabel 4.30 merupakan hasil uji ANOVA satu faktor ANOVA satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara persentase penurunan Mangan diantara kelompok perlakuan.

Hipotesis:

H_0 = Kelima puluh empat rata-rata perlakuan adalah identik.

H_1 = Kelima puluh empat rata-rata perlakuan adalah tidak identik.

Keputusan:

Pada tabel diatas terlihat bahwa F hitung adalah 383,599 dengan probabilitas 0,000 karena probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak atau rata-rata nilai presentase penurunan Mn dalam kelima puluh empat perlakuan tersebut memang beda nyata

Untuk melihat persentase penurunan Mangan yang paling besar dan perbedaannya dalam setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.31 berikut ini:

D1L1W3P1 = downflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L1W1P2 = downflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L1W2P2= downflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L1W3P2 = downflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L2W1P1 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L2W2P1 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L2W3P1 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L2W1P2 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L2W2P2 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L2W3P2 = downflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L3W1P1 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L3W2P1 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L3W3P1 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

D1L3W1P2 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L3W2P2 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

D1L3W3P2 = downflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L1W1P1 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L1W2P1 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L1W3P1 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L1W1P2 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L1W2P2 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L1W3P2 = biflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L2W1P1 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L2W2P1 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L2W3P1 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L2W1P2 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L2W2 P2 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L2W3P2 = biflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

B2L3W1P1 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.

B2L3W2 P1 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.

- B2L3W3 P1 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- B2L3W1P2 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- B2L3W2P2 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- B2L3W3P2 = biflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L1W1P1 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L1W2P1 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L1W3P1 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L1W1P2 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L1W2P2 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L1W3P2 = upflow, debit 125 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L2W1P1 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L2W2P1 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L2W3P1 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L2W1P2 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L2W2P2 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.

- U3L2W3P2 = upflow, debit 135 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L3W1P1 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L3W2P1 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L3W3P1 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 0 gr.
- U3L3W1P2 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L3W2P2 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 15 mnt, penambahan kapur 55 gr.
- U3L3W3P2 = upflow, debit 145 ml/mnt, waktu filtrasi 30 mnt, penambahan kapur 55 gr.

Hasil Uji Duncan menunjukkan bahwa pada U3L3W1P1 (upflow, debit filtrasi 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr), U3L2W1P1 (upflow, debit filtrasi 125 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr), D1L3W1P1 (downflow, debit filtrasi 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 mnt, penambahan kapur 0 gr), U3L3W1P2 (upflow, debit filtrasi 145 ml/mnt, waktu filtrasi 0 menit, penambahan kapur 0 gr) terletak dalam satu subset. Keempat perlakuan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang tidak nyata dalam perubahan removal Mn. Hal ini serupa juga terjadi pada perlakuan:

- ✚ U3L2W1P1, D1L3W1P2, U3L3W1P2, B2L3W3P1
- ✚ D1L3W1P1, U3L3W1P2, B2L3W1P1, U3L1W1P1, B2L3W1P2, U3L2W1P2, B2L2W1P1, D1L2W1P1
- ✚ U3L3W1P1, B2L3W1P2, U3L2W1P2, B3L2W1P1, D1L2W1P2, D1L2W1P2, U3L1W1P2, B2L2W1P2, D1L3W1P2,
- ✚ D1L2W1P2, U3L1W1P2, B2L2W1P2, D1L3W1P2, U3L3W2P1, B2L1W1P1, U3L2W2P1

- ✚ B2L2W1P2, D1L3W1P2, U3L3W2P1, B2L1W1P1, U3L2W2P1, D1L1W1P2
- ✚ U3L2W2P1, U3L2W2P1, U1L1W1P2, B2L1W1P2, B2L1W1P2
- ✚ D1L1W1P1, U3L3W2P2, U3L2W2P2
- ✚ U3L2W2P2, U3L1W2P1, B2L3W2P1
- ✚ U3L1W2P1, B3L3W2P1, U3L1W2P2
- ✚ B2L2W2P1, B2L2W2P2, D1L3W2P1
- ✚ B2L3W2P2, D1L3W2P1, D2L2W2P2
- ✚ D2L2W2P2, D1L2W2P1, D1L2W2P2
- ✚ D1L2W2P1, D1L2W2P2, U3L3W3P1, B1L3W3P2
- ✚ B2L2W3P1, B2L3W3P1, B3L1W3P2, U1L1W2P1
- ✚ B2L2W3P1, B3L2W2P2, U1L1W2P1, D2L2W3P1
- ✚ D1L1W2P2, B2L3W3P2
- ✚ B2L3W3P2, B2L2W3P2
- ✚ B2L2W3P2, D1L3W3P2
- ✚ U3L2W3P1, U3L3W3P2, D1L3W3P1
- ✚ D1L3W3P1, U3L2W3P1, D1L2W3P1, D1L2W3P2, D3L1W3P2
- ✚ D3L1W3P2, U3L1W3P2, B2L1W3P1, B2L1W3P2, D1L1W3P1, D1L1W33P2

4.8.3 Analisa Korelasi

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara variabel yang diamati, maka kita analisa data dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.32.

Tabel 4.32 Korelasi antara Persentase Penurunan Mangan (ppm) Dengan Variasi Aliran, Variasi Debit (ml/mnt), Variasi Waktu (menit) dan Variasi Penambahan Kapur (gr)

Correlations						
		% penurunan Mn	variasi aliran	variasi debit	variasi waktu	variasi penambahan kapur
Pearson Correlation	% penurunan Mn	1,000	-,229	-,241	,902	,098
	variasi aliran	-,229	1,000	,000	,000	,000
	variasi debit	-,241	,000	1,000	,000	,000
	variasi waktu	,902	,000	,000	1,000	,000
	variasi penambahan kapur	,098	,000	,000	,000	1,000
Sig. (1-tailed)	% penurunan Mn	.	,002	,001	,000	,106
	variasi aliran	,002	.	,500	,500	,500
	variasi debit	,001	,500	.	,500	,500
	variasi waktu	,000	,500	,500	.	,500
	variasi penambahan kapur	,106	,500	,500	,500	.
N	% penurunan Mn	162	162	162	162	162
	variasi aliran	162	162	162	162	162
	variasi debit	162	162	162	162	162
	variasi waktu	162	162	162	162	162
	variasi penambahan kapur	162	162	162	162	162

Dari tabel 4.32 menunjukkan bahwa:

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

- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan Mn dengan aliran $-0,229$. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang lemah karena memiliki nilai dibawah $0,5$ dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas $0,002$ lebih kecil dari $0,05$ ($0,002 < 0,05$), maka korelasinya nyata. Sedangkan tanda negatif menunjukkan hubungan yang berlawanan arah yang berarti jika % penurunan Mn tinggi, maka aliran harus diperkecil dan sebaliknya. (Yarnest,2004)
- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan Mn dengan variasi debit $-0,241$. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang lemah karena

memiliki nilai dibawah 0,5 dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0,001 lebih kecil dari 0,05 ($0,001 < 0,05$), maka korelasinya nyata. Sedangkan tanda negatif menunjukkan hubungan yang berlawanan arah berarti jika debit flitrasi diperkecil, maka % penurunan Mn tinggi dan sebaliknya. (Yarnest,2004).

- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan Mn dengan waktu adalah 0,902. Hal menunjukkan adanya hubungan yang kuat karena diatas 0.5 dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0,000 jauh lebih kecil dari 0,05 ($0,000 < 0,05$), maka korelasinya nyata (signifikan). Sedangkan arah hubungan positif yang menunjukkan hubungan searah yang berarti jika waktu filtrasi ditambah, maka % penurunan Mn dan sebaliknya. (Yarnest,2004).
- Dari perhitungan koefisien korelasi (r) untuk semua variabel yang dimasukkan dalam analisis dapat diketahui nilai korelasi antara % penurunan Mn dengan penambahan kapur adalah 0,098. Hal menunjukkan adanya hubungan yang lemah karena dibawah 0.5 dan tingkat signifikan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0,106 lebih besar dari 0,05 ($0,106 > 0,05$), maka korelasinya tidak nyata (signifikan). Sedangkan arah hubungan positif yang menunjukkan hubungan searah yang berarti jika jumlah kapur ditambah, maka % penurunan Mn tinggi dan sebaliknya. (Yarnest,2004).

4.8.4 Analisa Regresi

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

Tabel 4.33 Hasil Uji Regresi ANOVA Persentase Penurunan Mangan

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	65781,305	4	16445,326	549,084	,000 ^a
	Residual	4702,225	157	29,950		
	Total	70483,530	161			

a. Predictors: (Constant), variasi penambahan kapur, variasi waktu, variasi debit, variasi aliran

b. Dependent Variable: % penurunan Mn

Dari uji ANOVA atau F test, didapat F hitung adalah 549,084 dengan tingkat signifikan 0,000. Karena probabilitas 0.000 lebih kecil dari 0.000, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksikan presentase penurunan Mangan.

Tabel 4.34 Tabel Persamaan Regresi Persentase Penurunan Mangan

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	10,099	2,275		4,439	,000
	variasi aliran	-5,849	,527	-,229	-11,106	,000
	variasi debit	-6,154	,527	-,241	-11,686	,000
	variasi waktu	23,037	,527	,902	43,745	,000
	variasi penambahan kapur	4,105	,860	,098	4,773	,000

a. Dependent Variable: % penurunan Mn

Tabel 4.35 Tabel Persamaan R square Persentase Penurunan Mangan

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,966 ^a	,933	,932	5,47270

a. Predictors: (Constant), variasi penambahan kapur, variasi waktu, variasi debit, variasi aliran

Berdasarkan tabel 4.34 dan 4.35 dapat diketahui persamaan regresinya yaitu :

$$Y = 10,099 - 5,849 X_1 - 6,154 X_2 + 23,037 X_3 + 4,105 X_4$$

Dimana :

Y = penurunan Mn

X₁ = aliran

X₂ = debit filtrasi

X₃ = waktu filtrasi

X₄ = penambahan kapur

Dapat disimpulkan bahwa :

1. Konstanta sebesar 10,099 menyatakan bahwa jika tidak ada variabel aliran (X₁) dan debit (X₂), variasi waktu (X₃), dan variasi penambahan kapur (X₄) maka removal Mn sebesar 10,099 ppm. Koefisien regresi untuk variabel aliran (X₁) sebesar 5,589 menyatakan bahwa setiap terjadi perubahan aliran akan mengurangi removal Mn sebanyak 5,589. Koefisien regresi untuk variabel debit filtrasi (X₂) sebesar 6,154 menyatakan bahwa setiap pengurangan 1 ml/mnt akan mengurangi removal Mn sebesar 6,154 ppm. Koefisien regresi untuk variabel waktu filtrasi (X₃) sebesar 23,037 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 menit akan meningkatkan removal Mn sebesar 23,037 ppm. Koefisien regresi untuk variabel penambahan kapur (X₄) sebesar 4,105 menyatakan bahwa setiap penambahan kapur 1 gr akan meningkatkan removal Mn sebesar 4,105 ppm.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent :

Ho = koefisien regresi tidak signifikan

H1 = koefisien regresi signifikan

Dasar pengambilan keputusan :

- Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel jika statistik t hitung < statistik t tabel maka Ho diterima dan H1 ditolak dan begitu sebaliknya.

- a Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk aliran -11,106 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2,000 karena statistik t hitung < statistik t tabel (11,106 < 2,000), maka HO ditolak dan HI diterima.

- b. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk debit filtrasi -11,686 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2,000, karena statistik t hitung < statistik t tabel (11,686 < 2,000), maka HO di tolak dan HI diterima.
- e. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk waktu filtrasi 43,745 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2,000 karena statistik t hitung > statistik t tabel (43,745 > 2,000), maka HO ditolak (pengaruh waktu filtrasi dalam removal Mn signifikan/ diterima) dan HI diterima.
- f. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.32 untuk waktu 4,773 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2,000 karena statistik t hitung > statistik t tabel (4,773 > 2,000), maka HO ditolak (pengaruh penambahan kapur dalam removal Mn signifikan/ diterima) dan HI diterima.

➤ Berdasarkan probabilitas

Jika probabilitas > 0.05 maka Ho diterima dan H1 ditolak

Jika probabilitas < 0.05 maka Ho ditolak dan H1 diterima

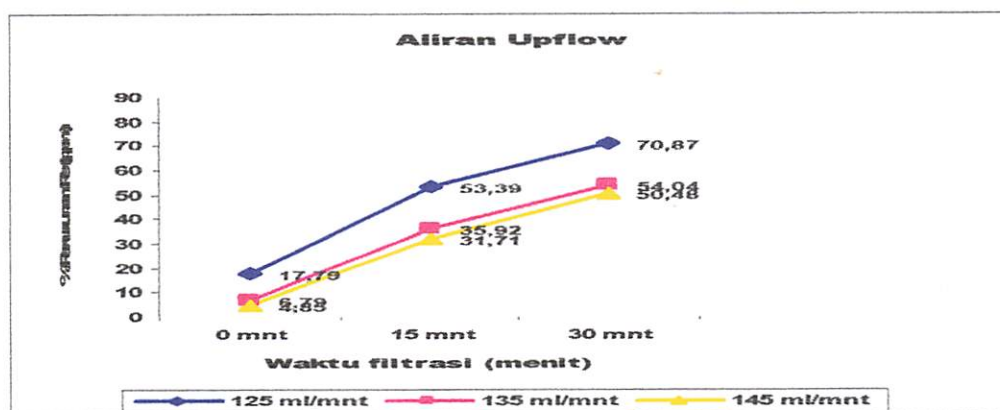
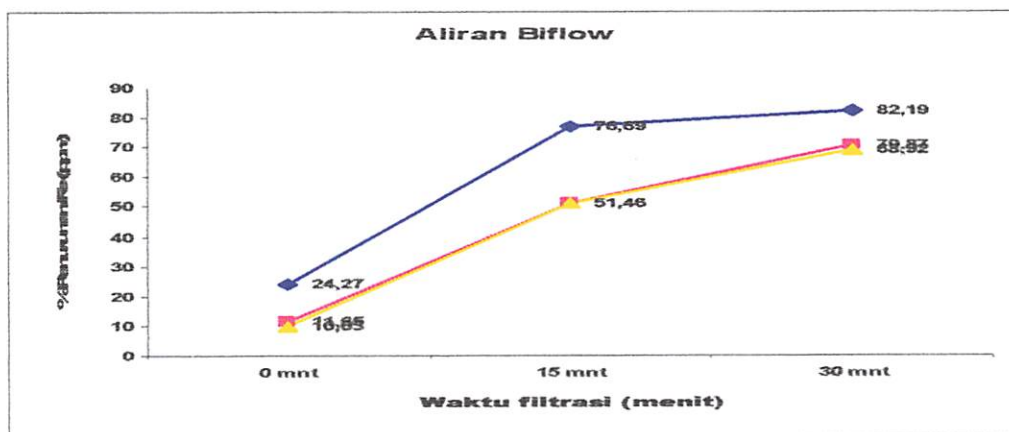
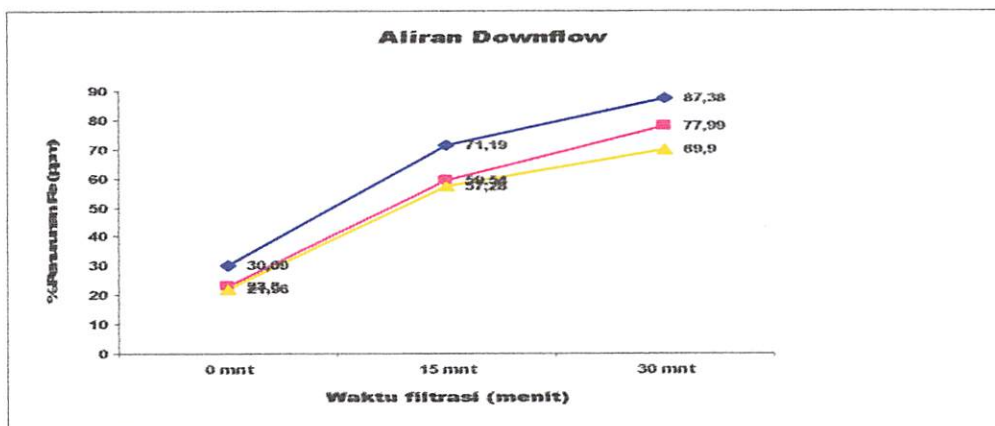
Keputusan :

Terlihat bahwa kolom signifikan adalah 0.000, probabilitasnya lebih kecil dari 0.05 sehingga Ho ditolak dan H1 diterima jadi aliran, debit filtrasi, waktu filtrasi dan penambahan kapur benar-benar berpengaruh secara signifikan (sangat nyata) terhadap presentase penurunan Mn atau variabel X_1 , X_2 , X_3 , X_4 benar – benar berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan Mn. (Yarnest, 2004).

4.9 PEMBAHASAN ALIRAN DOWNFLOW, BIFLOW DAN UPFLOW

4.9.1 Presentase Penurunan Besi Tanpa Penambahan Kapur

Dari hasil penelitian yang sudah diperoleh, kolom filtrasi alir kontinyu yang diisi dengan media batu marmer dengan variasi aliran, variasi debit dan variasi waktu terbukti dapat menurunkan konsentrasi Besi yang ada dalam sampel air tanah. Filter batu marmer tersebut mampu menurunkan konsentrasi Besi pada sampel air tanah hingga kisaran 21,96 % - 87,38 % pada aliran downflow. Sedangkan pada aliran biflow berkisar 10,03 % - 82,19 % dan pada aliran upflow berkisar 4,85 % - 70,87 %. Berdasarkan tabel 4.3 dapat dibuat grafik seperti gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Debit Filtrasi dan Waktu Filtrasi Terhadap % Penurunan Fe

Dari gambar 4.5 menunjukkan bahwa % untuk persentase penurunan Fe tertinggi terjadi pada aliran downflow dengan debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 87,38% dan yang terendah pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 21,96 %. Sedangkan yang presentase penurunan Fe tertinggi pada aliran biflow dengan debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 82,19 % dan debit filtrasi yang terendah pada debit 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 10,03 %. Sedangkan pada aliran upflow untuk persentase penurunan Fe tertinggi terjadi debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 70,87 % dan yang terendah pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 4,85 %.

Variasi debit yang digunakan juga berpengaruh terhadap presentase penurunan penyerapan molekul – molekul terlarut (adsorbat) yaitu semakin besar debit yang digunakan maka semakin kecil penurunan yang terjadi, hal ini disebabkan karena kemampuan media untuk menyerap konsentrasi adsorbat lebih kecil jika dibanding dengan kemampuan media dalam menyerap adsorbat pada jumlah debit yang lebih kecil. (Yuni, 2004). Pada penelitian ini, debit filtrasi yang terkecil yaitu 125 ml/mnt memiliki presentase penurunan Fe yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan dengan debit filtrasi yang terbesar yaitu 145 ml/mnt.

Perubahan variasi waktu pada grafik diatas, terlihat setelah melewati media filter batu marmer dengan semakin bertambahnya waktu, maka persentase penurunan Fe tinggi. Hal ini disebabkan dengan waktu yang lama, maka media adsorpsi mempunyai kesempatan yang lebih optimal dalam penyerapan (dengan perlakuan mengganti media batu marmer pada setiap variasi debitnya).

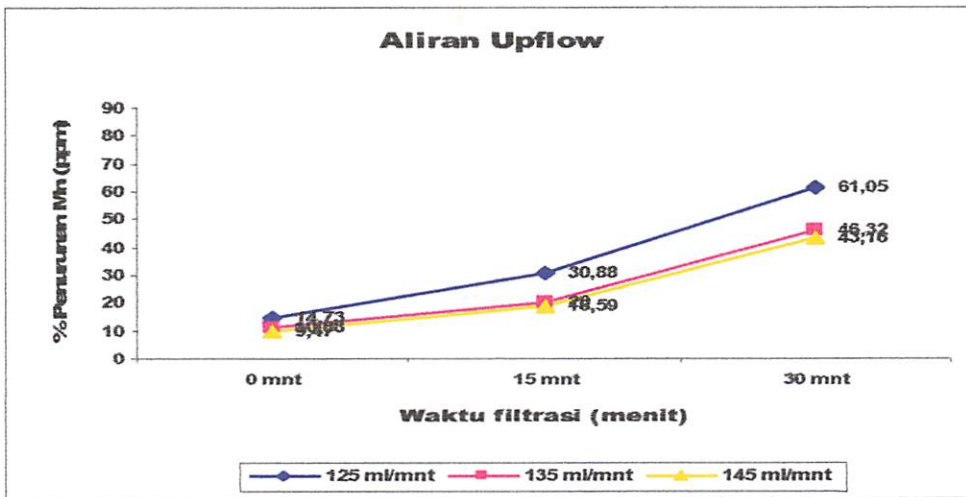
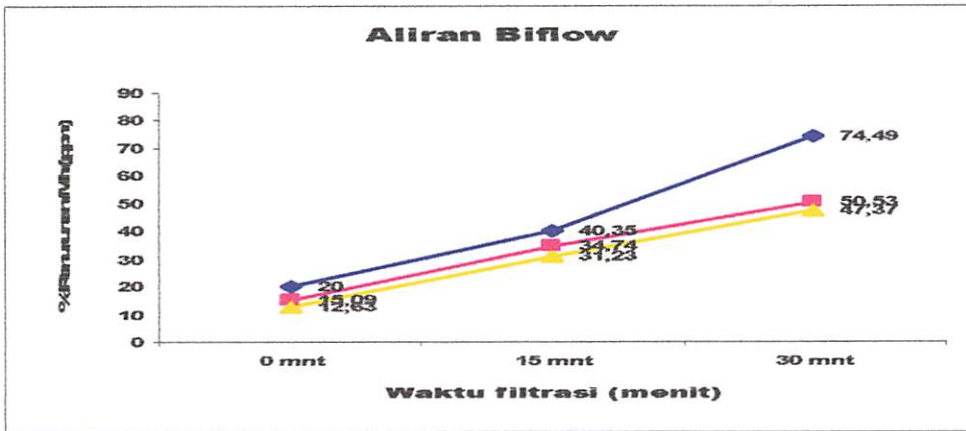
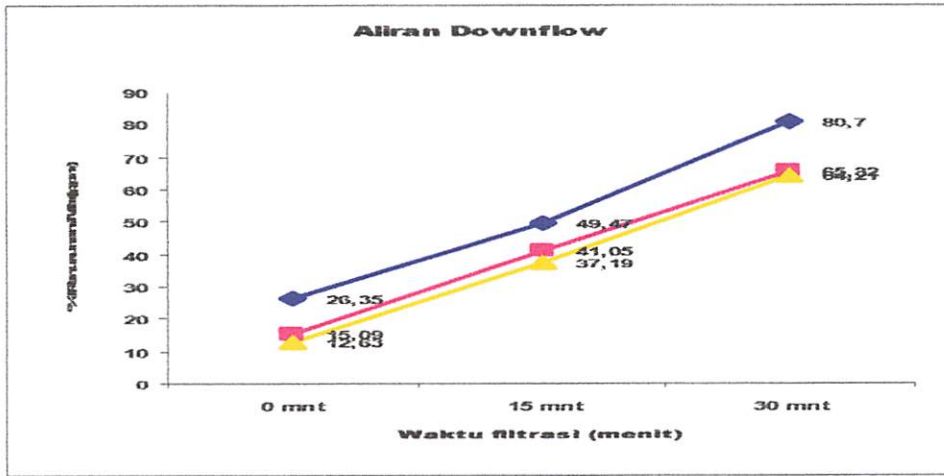
Aliran downflow memberikan hasil yang terbaik pada adsorben bagian atas, dimana konsentrasi larutan yang teradsorpsi terjadi pada saat larutan mengalir kebawah kolom dengan kecepatan lebih rendah. Adanya clogging (penyumbatan) pada media filter aliran downflow ini akan mengurangi ukuran pori sehingga secara teoritis kemampuan penyaringan dari media fliter sendiri akan meningkat. Sedangkan pada aliran upflow konsentrasi larutan yang teradsorpsi secara merata di seluruh bagian dari media dengan kecepatan yang tinggi dan adanya clogging pada aliran

upflow ini sangat kecil kemungkinan terjadi. Pada aliran biflow yaitu penggabungan antara sistem downflow dan upflow difungsikan untuk mempertahankan posisi aliran dari atas kebawah dan dari bawah keatas serta penghematan dalam strukturnya. Namun dari hasil penelitian dari ketiga filter batu marmer ini penurunan terbesar terjadi pada aliran downflow, dikarenakan sifat dari batu marmer yang basa lebih mampu menyerap kadar Fe dengan aliran yang lebih lambat. (*Sundstrom, 1979*).

Optimasi perlakuan terbaik yang dihasilkan dari penelitian ini adalah pada perlakuan penambahan debit filtrasi 125 ml/mnt dalam waktu filtrasi 30 menit pada aliran downflow. Optimasi ini didapatkan pada uji coba yang dilakukan pada sampel air tanah buatan dengan konsentrasi besi 1,03 ppm.

4.9.2 Presentase Penurunan Mangan Tanpa Penambahan Kapur

Dari hasil penelitian yang sudah diperoleh, kolom filtrasi alir kontinyu yang diisi dengan media batu marmer dengan variasi aliran, variasi debit dan variasi waktu terbukti dapat menurunkan konsentrasi Mangan yang ada dalam sampel air tanah. Filter batu marmer tersebut mampu menurunkan konsentrasi Mangan pada sampel air tanah hingga kisaran 12,63 % - 80,70 % pada aliran downflow. Sedangkan pada aliran biflow berkisar 12,63 % - 74,49 % dan pada aliran upflow berkisar 9,47 % - 61,05 %. Berdasarkan tabel 4.12 dapat dibuat grafik seperti gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Debit Filtrasi dan Waktu Filtrasi Terhadap % Penurunan Mn

Dari gambar 4.6 menunjukkan bahwa % untuk persentase penurunan Mn tertinggi terjadi pada aliran downflow dengan debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 80,70% dan yang terendah pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 12,63 %. Sedangkan yang presentase penurunan Mn tertinggi pada aliran biflow dengan debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 74,49 % dan debit filtrasi yang terendah pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 12,63 %. Sedangkan pada aliran upflow untuk persentase penurunan Mn tertinggi terjadi debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 61,05 % dan yang terendah pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 9,47 %.

Variasi debit yang digunakan juga berpengaruh terhadap presentase penurunan penyerapan molekul – molekul terlarut (adsorbat) yaitu semakin besar debit yang digunakan maka semakin kecil penurunan yang terjadi, hal ini disebabkan karena kemampuan media untuk menyerap konsentrasi adsorbat lebih kecil jika dibanding dengan kemampuan media dalam menyerap adsorbat pada jumlah debit yang lebih kecil. (Yuni, 2004). Pada penelitian ini, debit yang terkecil yaitu 125 ml/mnt memiliki presentase penurunan Mn yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan dengan debit yang terbesar yaitu 145 ml/mnt.

Perubahan variasi waktu pada grafik diatas, terlihat setelah melewati media filter batu marmer dengan semakin bertambahnya waktu, maka persentase penurunan Mn tinggi. Hal ini disebabkan dengan waktu yang lama, maka media adsorpsi mempunyai kesempatan yang lebih optimal dalam penyerapan (dengan perlakuan mengganti media batu marmer pada setiap variasi debitnya).

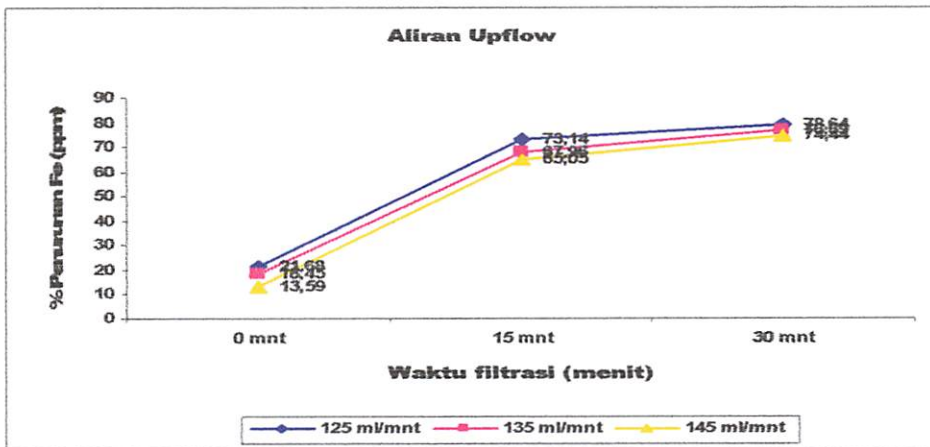
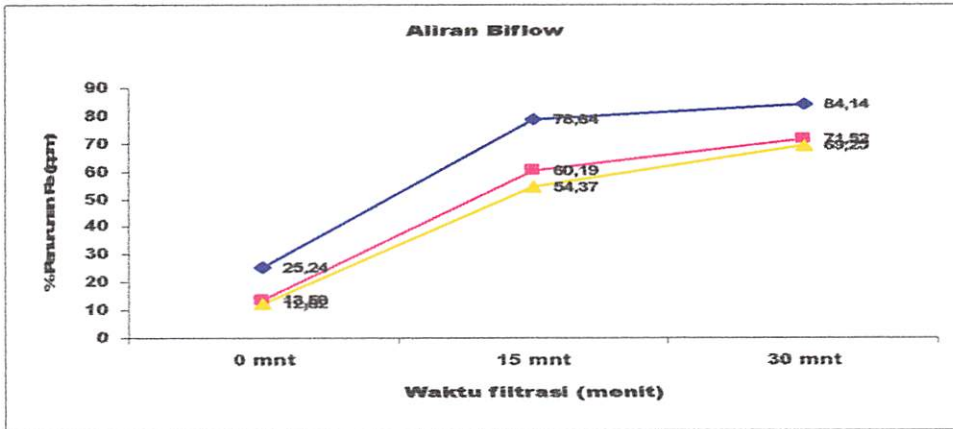
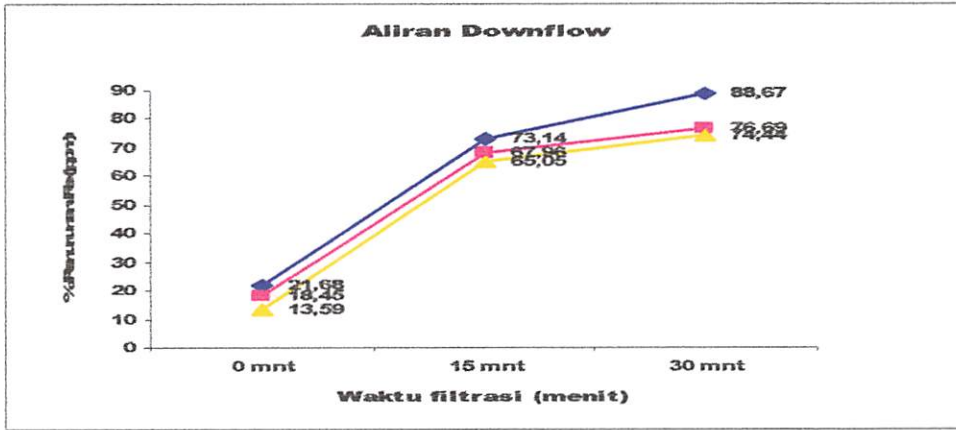
Aliran downflow memberikan hasil yang terbaik pada adsorben bagian atas, dimana kosentrasi larutan yang teradsorpsi terjadi pada saat larutan mengalir kebawah kolom dengan kecepatan lebih rendah. Adanya clogging (penyumbatan) pada media filter aliran downflow ini akan mengurangi ukuran pori sehingga secara teoritis efesiensi penyaringan dari media fliter sendiri akan meningkat. Sedangkan pada aliran upflow kosentrasi larutan yang teradsorpsi secara merata di seluruh

bagian dari media dengan kecepatan yang tinggi dan adanya clogging pada aliran upflow ini sangat kecil kemungkinan terjadi. Pada aliran biflow yaitu penggabungan antara sistem downflow dan upflow difungsikan untuk mempertahankan posisi aliran dari atas kebawah dan dari bawah keatas serta penghematan dalam strukturnya. Namun dari hasil penelitian dari ketiga filter batu marmer ini penurunan terbesar terjadi pada aliran downflow, dikarenakan sifat dari batu marmer yang basa lebih mampu menyerap kadar Mn dengan aliran yang lebih lambat. (*Sundstrom, 1979*).

Optimasi perlakuan terbaik yang dihasilkan dari penelitian ini adalah pada perlakuan penambahan debit filtrasi 125 ml/mnt dalam waktu filtrasi 30 menit pada aliran downflow. Optimasi ini didapatkan pada uji coba yang dilakukan pada sampel air tanah buatan dengan konsentrasi Mangan 0,95 ppm.

4.9.3 Presentase Penurunan Besi Dengan Penambahan Kapur

Dari hasil penelitian yang sudah diperoleh, kolom filtrasi alir kontinyu yang diisi dengan media batu marmer dengan variasi aliran, variasi debit dan variasi waktu terbukti dapat menurunkan konsentrasi Besi yang ada dalam sampel air tanah. Filter batu marmer tersebut mampu menurunkan konsentrasi Besi pada sampel air tanah hingga kisaran 13,59% - 88,67 % pada aliran downflow. Sedangkan pada aliran biflow berkisar 12,62 % - 84,14 % dan pada aliran upflow berkisar 13,59% - 78,64%.%. Berdasarkan tabel 4.21 dapat dibuat grafik seperti gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Debit Filtrasi dan Waktu Filtrasi Terhadap % Penurunan Fe

Dari gambar 4.7 menunjukkan bahwa % untuk persentase penurunan Fe tertinggi terjadi pada aliran downflow dengan debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 88,67 % dan yang terendah pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 13,59 %. Sedangkan yang presentase penurunan Fe tertinggi pada aliran biflow dengan debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 84,14 % dan debit yang terendah pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 12,62 %. Sedangkan pada aliran upflow untuk persentase penurunan Fe tertinggi terjadi debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 78,64 % dan yang terendah pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 13,59.

Variasi debit yang digunakan juga berpengaruh terhadap presentase penurunan penyerapan molekul – molekul terlarut (adsorbat) yaitu semakin besar debit yang digunakan maka semakin kecil penurunan yang terjadi, hal ini disebabkan karena kemampuan media untuk menyerap konsentrasi adsorbat lebih kecil jika dibanding dengan kemampuan media dalam menyerap adsorbat pada jumlah debit yang lebih kecil. (Yuni, 2004). Pada penelitian ini, debit yang terkecil yaitu 125 ml/mnt memiliki prosentase penurunan Fe yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan dengan debit yang terbesar yaitu 145 ml/mnt.

Perubahan variasi waktu pada grafik diatas, terlihat setelah melewati media filter batu marmer dengan semakin bertambahnya waktu, maka persentase penurunan Fe tinggi. Hal ini disebabkan dengan waktu yang lama, maka media adsorpsi mempunyai kesempatan yang lebih optimal dalam penyerapan (dengan perlakuan mengganti media batu marmer pada setiap variasi debitnya).

Aliran downflow memberikan hasil yang terbaik pada adsorben bagian atas, dimana kosentrasi larutan yang teradsorpsi terjadi pada saat larutan mengalir kebawah kolom dengan kecepatan lebih rendah. Adanya clogging (penyumbatan) pada media filter aliran downflow ini akan mengurangi ukuran pori sehingga secara teoritis efesiensi penyaringan dari media fliter sendiri akan meningkat. Sedangkan pada aliran upflow kosentrasi larutan yang teradsorpsi secara merata di seluruh bagian dari media dengan kecepatan yang tinggi dan adanya clogging pada aliran

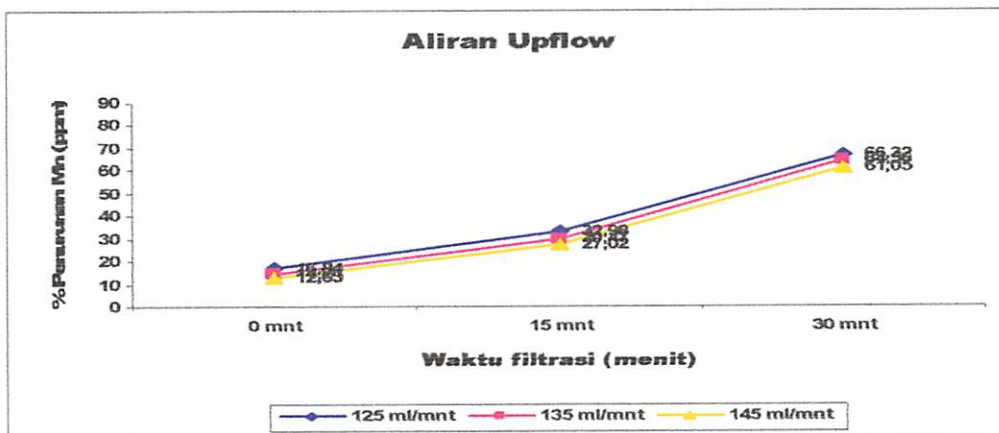
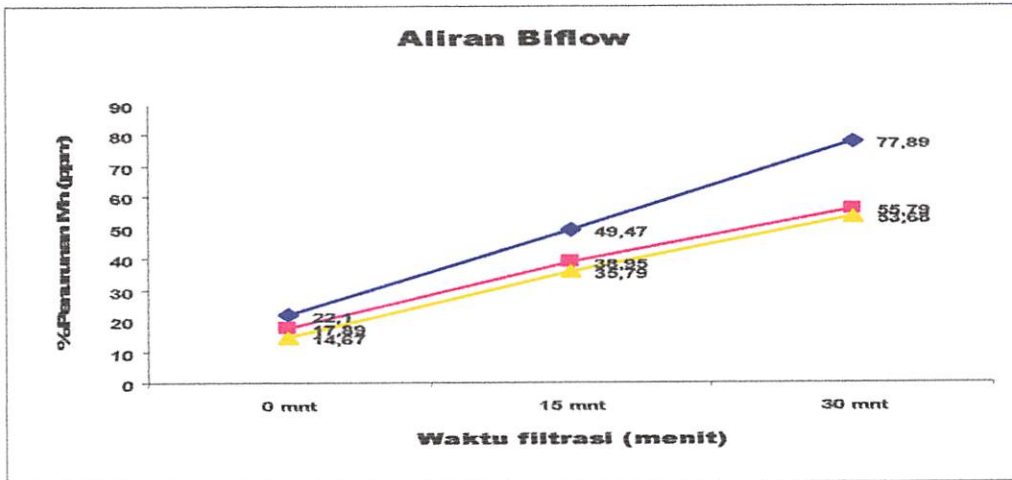
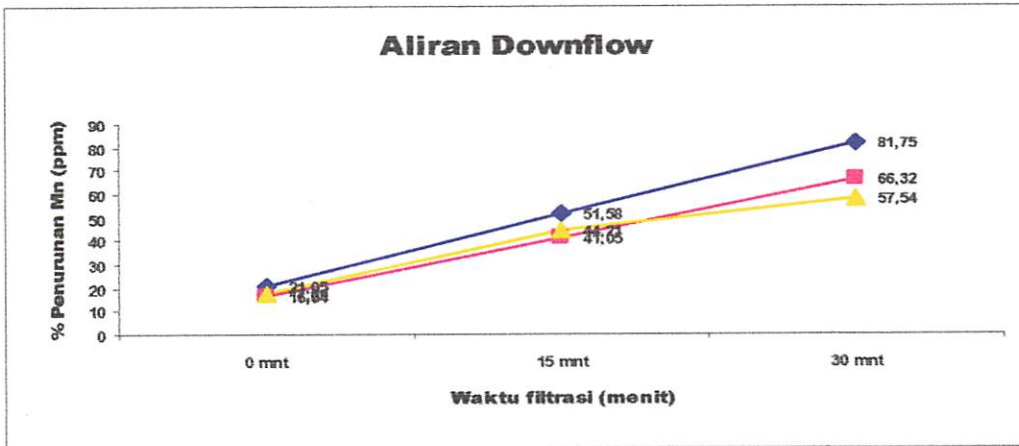
upflow ini sangat kecil kemungkinan terjadi.). Pada aliran biflow yaitu penggabungan antara sistem downflow dan upflow difungsikan untuk mempertahankan posisi aliran dari atas kebawah dan dari bawah keatas serta penghematan dalam strukturnya. Namun dari hasil penelitian dari ketiga filter batu marmer ini penurunan terbesar terjadi pada aliran downflow, dikarenakan sifat dari batu marmer yang basa lebih mampu menyerap kadar Fe dengan aliran yang lebih lambat. (*Sundstrom, 1979*)

Pada penurunan konsentrasi Besi dengan penambahan kapur sampai pH 9 (basa) sebelum masuk unit pengolahan dimaksudkan untuk lebih cepat mengikat kadar Fe, sehingga penurunan kadar Fe akan lebih tinggi dibandingkan tanpa ditambah kapur. (*Alaerts, 1984*).

Optimasi perlakuan terbaik yang dihasilkan dari penelitian ini adalah pada perlakuan penambahan debit filtrasi 125 ml/mnt dalam waktu filtrasi 30 menit pada aliran downflow. Optimasi ini didapatkan pada uji coba yang dilakukan pada sampel air tanah buatan dengan konsentrasi besi 1,03 ppm.

4.9.4 Presentase Penurunan Mangan Dengan Penambahan Kapur

Dari hasil penelitian yang sudah diperoleh, kolom filtrasi alir kontinyu yang diisi dengan media batu marmer dengan variasi aliran, variasi debit dan variasi waktu terbukti dapat menurunkan konsentrasi Mangan yang ada dalam sampel air tanah. Filter batu marmer tersebut mampu menurunkan konsentrasi Mangan pada sampel air tanah hingga kisaran 17,89 % - 81,75 % pada aliran downflow. Sedangkan pada aliran biflow berkisar 14,67 % - 77,89 % dan pada aliran upflow berkisar 12,62 % - 66,32%. Berdasarkan tabel 4.29 dapat dibuat grafik seperti gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik Hubungan Debit Filtrasi dan Waktu Filtrasi Terhadap % Penurunan Mn

Dari gambar 4.8 menunjukkan bahwa % untuk persentase penurunan Mn tertinggi terjadi pada aliran downflow dengan debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 81,75% dan yang terendah pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 17,89 %. Sedangkan yang presentase penurunan Mn tertinggi pada aliran biflow dengan debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 77,89 % dan debit filtrasi yang terendah pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 14,67 %. Sedangkan pada aliran upflow untuk persentase penurunan Mn tertinggi terjadi debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit sebesar 66,32 % dan yang terendah pada debit filtrasi 145 ml/mnt dan waktu filtrasi 0 menit sebesar 12,63%.

Variasi debit yang digunakan juga berpengaruh terhadap presentase penurunan penyerapan molekul – molekul terlarut (adsorbat) yaitu semakin besar debit yang digunakan maka semakin kecil penurunan yang terjadi, hal ini disebabkan karena kemampuan media untuk menyerap konsentrasi adsorbat lebih kecil jika dibanding dengan kemampuan media dalam menyerap adsorbat pada jumlah debit yang lebih kecil. (Yuni, 2004). Pada penelitian ini, debit yang terkecil yaitu debit filtrasi 125 ml/mnt memiliki prosentase penurunan Mn yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan dengan debit filtrasi yang terbesar yaitu 145 ml/mnt.

Perubahan variasi waktu pada grafik diatas, terlihat setelah melewati media filter batu marmer dengan semakin bertambahnya waktu, maka persentase penurunan Mn tinggi. Hal ini disebabkan dengan waktu yang lama, maka media adsorpsi mempunyai kesempatan yang lebih optimal dalam penyerapan (dengan perlakuan mengganti media batu marmer pada setiap variasi debitnya).

Aliran downflow memberikan hasil yang terbaik pada adsorben bagian atas, dimana kosentrasi larutan yang teradsorpsi terjadi pada saat larutan mengalir kebawah kolom dengan kecepatan lebih rendah. Adanya clogging (penyumbatan) pada media filter aliran downflow ini akan mengurangi ukuran pori sehingga secara teoritis efesiensi penyaringan dari media fliter sendiri akan meningkat. Sedangkan pada aliran upflow kosentrasi larutan yang teradsorpsi secara merata di seluruh bagian dari media dengan kecepatan yang tinggi dan adanya clogging pada aliran

upflow ini sangat kecil kemungkinan terjadi. Pada aliran biflow yaitu penggabungan antara sistem downflow dan upflow difungsikan untuk mempertahankan posisi aliran dari atas kebawah dan dari bawah keatas serta penghematan dalam strukturnya. Namun dari hasil penelitian dari ketiga filter batu marmer ini penurunan terbesar terjadi pada aliran downflow, dikarenakan sifat dari batu marmer yang basa lebih mampu menyerap kadar Mn dengan aliran yang lebih lambat. (*Sundstrom, 1979*)

Pada penambahan kapur pada pH 9 (basa) sebelum masuk unit pengolahan dimaksudkan untuk lebih cepat mengikat kadar Mn, sehingga penurunan kadar Mn akan lebih tinggi dibandingkan tanpa ditambah kapur. (*Alaerts, 1984*)

Optimasi perlakuan terbaik yang dihasilkan dari penelitian ini adalah pada perlakuan penambahan debit filtrasi 125 ml/mnt dalam waktu filtrasi 30 menit pada aliran downflow. Optimasi ini didapatkan pada uji coba yang dilakukan pada sampel air tanah buatan dengan konsentrasi Mangan 0,95 ppm.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Filter batu marmer mampu menurunkan kadar Fe dan Mn pada air tanah dengan menggunakan variasi aliran downflow, biflow dan upflow dengan persentase sebagai berikut:
 - aliran downflow untuk Fe sebesar 87,38 % dan untuk Mn sebesar 80,70%.
 - aliran biflow untuk Fe sebesar 82,19 % dan untuk Mn sebesar 74,49 %
 - aliran upflow untuk Fe sebesar 70,87 % dan untuk Mn sebesar 61,05%
2. Filter batu marmer mampu menurunkan kadar Fe dan Mn pada air tanah bila ditambahkan dengan kapur dengan menggunakan variasi aliran downflow, biflow dan upflow dengan persentase sebagai berikut:
 - aliran downflow untuk Fe sebesar 88,67 % dan untuk Mn sebesar 81,75%.
 - aliran biflow untuk Fe sebesar 84,14 % dan untuk Mn sebesar 77,89 %
 - aliran upflow untuk Fe sebesar 78,64 % dan untuk Mn sebesar 66,32%
3. Semakin kecil debit filtrasi dan waktu filtrasi yang lama, maka persentase penurunan Fe dan Mn tinggi. Hal ini terjadi pada debit filtrasi 125 ml/mnt dan waktu filtrasi 30 menit.

5.2. Saran

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

1. Menguji parameter lain dengan menggunakan media adsorpsi batu marmer sehingga dapat menambah informasi tentang parameter-parameter lain yang dapat diturunkan dengan media tersebut.
2. Memperkecil ukuran diameter media batu marmer yang digunakan.
3. Untuk mendapatkan konsentrasi Mn dan Fe sesuai dengan standar baku mutu dapat dilakukan dengan memvariasikan dengan media adsorpsi lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Journal AWWA, *American Water Work Assosiation*, January 2005
- Arif Prastito, 2004, *"Cara Mudah Mengatasi Masalah Statistik dan Rancangan Percobaan dengan SPSS 12"*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Journal ETL 110 – 1- 5 30 A- 16 III. *Granular Media Filtration*, Sep. 1994
- Alaerts, G. Sumestri. Sri Santika, 1984, *"Metode Penelitian Air"* Usaha Nasional, Surabaya
- Endah, P, 2000 *"Penurunan Kandungan Tersuspensi atau Kekeruhan Pada Air Baku Kali Mas Dengan Bigflow Filter"* Teknik Lingkungan UPN, Surabaya
- Antis, 1999 *"Penurunan CO₂ Air Tanah dengan Menggunakan Butiran Marmer"* Teknik Lingkungan UPN, Surabaya
- Pipin, E. K, 1992 *"Removal Fe dan Bau akibat NH₃ pada Air Sumur dengan Proses Adsorps "* Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
- Yuni, 2004, *"Penurunan Kadar Kekeruhan dan Fe Dengan Menggunakan Batu Apung ,* Teknik Lingkungan ITN, Malang
- C. W. Mantgomery, 1987 *"Physical Geologi"* Cum. C. Brow Plubisher
- Ir. Mohammad Razif, 1985, *"Pengolahan Air Minum"*, TP- FTSP-ITS, Surabaya
- Slamet Riyadi, *"Pencemaran Air"*,. Karya Anda, Surabaya 1984
- Ir. C. Totok S. *"Teknologi Penyediaan Air Bersih"* Penerbit Rineka Jaya 2002
- Hammer, M, J, 1997 *"Water and Waste Water Technology"* John Wiley & Sons, New York
- Sundstom, D. W, Kley H. E, 1979 *"Wastewater treatment"* Pretice Hall, INC, New Jersey

LAMPIRAN 1 PERLENGKAPAN PENELITIAN



Gambar 1.1 Filter Batu Marmer



concedi a chi vuol il maldesto.



Gambar 1.2 Oven



Gambar 1.3 Timbangan Elektrik

LAMPIRAN 2 HASIL ANALISA STATISTIK BESI DAN MANGAN

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

Sample	N
B01.1N1P1	3
B01.1N1P2	3
B01.1N2P1	3
B01.1N2P2	3
B01.1N3P1	3
B01.1N3P2	3
B02.1N1P1	3
B02.1N1P2	3
B02.1N2P1	3
B02.1N2P2	3
B02.1N3P1	3
B02.1N3P2	3
B02.2N1P1	3
B02.2N1P2	3
B02.2N2P1	3
B02.2N2P2	3
B02.2N3P1	3
B02.2N3P2	3
B02.3N1P1	3
B02.3N1P2	3
B02.3N2P1	3
B02.3N2P2	3
B02.3N3P1	3
B02.3N3P2	3
D01.1N1P1	3
D01.1N1P2	3
D01.1N2P1	3
D01.1N2P2	3
D01.1N3P1	3
D01.1N3P2	3
D01.2N1P1	3
D01.2N1P2	3
D01.2N2P1	3
D01.2N2P2	3
D01.2N3P1	3
D01.2N3P2	3
D01.3N1P1	3
D01.3N1P2	3
D01.3N2P1	3
D01.3N2P2	3
D01.3N3P1	3
D01.3N3P2	3
D01.3N4P1	3
D01.3N4P2	3
D01.3N5P1	3
D01.3N5P2	3
D01.3N6P1	3
D01.3N6P2	3
D01.3N7P1	3
D01.3N7P2	3
D01.3N8P1	3
D01.3N8P2	3
D01.3N9P1	3
D01.3N9P2	3
D01.3N10P1	3
D01.3N10P2	3
D01.3N11P1	3
D01.3N11P2	3
D01.3N12P1	3
D01.3N12P2	3
D01.3N13P1	3
D01.3N13P2	3
D01.3N14P1	3
D01.3N14P2	3
D01.3N15P1	3
D01.3N15P2	3
D01.3N16P1	3
D01.3N16P2	3
D01.3N17P1	3
D01.3N17P2	3
D01.3N18P1	3
D01.3N18P2	3
D01.3N19P1	3
D01.3N19P2	3
D01.3N20P1	3
D01.3N20P2	3
D01.3N21P1	3
D01.3N21P2	3
D01.3N22P1	3
D01.3N22P2	3
D01.3N23P1	3
D01.3N23P2	3
D01.3N24P1	3
D01.3N24P2	3
D01.3N25P1	3
D01.3N25P2	3
D01.3N26P1	3
D01.3N26P2	3
D01.3N27P1	3
D01.3N27P2	3
D01.3N28P1	3
D01.3N28P2	3
D01.3N29P1	3
D01.3N29P2	3
D01.3N30P1	3
D01.3N30P2	3
D01.3N31P1	3
D01.3N31P2	3
D01.3N32P1	3
D01.3N32P2	3
D01.3N33P1	3
D01.3N33P2	3
D01.3N34P1	3
D01.3N34P2	3
D01.3N35P1	3
D01.3N35P2	3
D01.3N36P1	3
D01.3N36P2	3
D01.3N37P1	3
D01.3N37P2	3
D01.3N38P1	3
D01.3N38P2	3
D01.3N39P1	3
D01.3N39P2	3
D01.3N40P1	3
D01.3N40P2	3
D01.3N41P1	3
D01.3N41P2	3
D01.3N42P1	3
D01.3N42P2	3
D01.3N43P1	3
D01.3N43P2	3
D01.3N44P1	3
D01.3N44P2	3
D01.3N45P1	3
D01.3N45P2	3
D01.3N46P1	3
D01.3N46P2	3
D01.3N47P1	3
D01.3N47P2	3
D01.3N48P1	3
D01.3N48P2	3
D01.3N49P1	3
D01.3N49P2	3
D01.3N50P1	3
D01.3N50P2	3
D01.3N51P1	3
D01.3N51P2	3
D01.3N52P1	3
D01.3N52P2	3
D01.3N53P1	3
D01.3N53P2	3
D01.3N54P1	3
D01.3N54P2	3
D01.3N55P1	3
D01.3N55P2	3
D01.3N56P1	3
D01.3N56P2	3
D01.3N57P1	3
D01.3N57P2	3
D01.3N58P1	3
D01.3N58P2	3
D01.3N59P1	3
D01.3N59P2	3
D01.3N60P1	3
D01.3N60P2	3
D01.3N61P1	3
D01.3N61P2	3
D01.3N62P1	3
D01.3N62P2	3
D01.3N63P1	3
D01.3N63P2	3
D01.3N64P1	3
D01.3N64P2	3
D01.3N65P1	3
D01.3N65P2	3
D01.3N66P1	3
D01.3N66P2	3
D01.3N67P1	3
D01.3N67P2	3
D01.3N68P1	3
D01.3N68P2	3
D01.3N69P1	3
D01.3N69P2	3
D01.3N70P1	3
D01.3N70P2	3
D01.3N71P1	3
D01.3N71P2	3
D01.3N72P1	3
D01.3N72P2	3
D01.3N73P1	3
D01.3N73P2	3
D01.3N74P1	3
D01.3N74P2	3
D01.3N75P1	3
D01.3N75P2	3
D01.3N76P1	3
D01.3N76P2	3
D01.3N77P1	3
D01.3N77P2	3
D01.3N78P1	3
D01.3N78P2	3
D01.3N79P1	3
D01.3N79P2	3
D01.3N80P1	3
D01.3N80P2	3
D01.3N81P1	3
D01.3N81P2	3
D01.3N82P1	3
D01.3N82P2	3
D01.3N83P1	3
D01.3N83P2	3
D01.3N84P1	3
D01.3N84P2	3
D01.3N85P1	3
D01.3N85P2	3
D01.3N86P1	3
D01.3N86P2	3
D01.3N87P1	3
D01.3N87P2	3
D01.3N88P1	3
D01.3N88P2	3
D01.3N89P1	3
D01.3N89P2	3
D01.3N90P1	3
D01.3N90P2	3
D01.3N91P1	3
D01.3N91P2	3
D01.3N92P1	3
D01.3N92P2	3
D01.3N93P1	3
D01.3N93P2	3
D01.3N94P1	3
D01.3N94P2	3
D01.3N95P1	3
D01.3N95P2	3
D01.3N96P1	3
D01.3N96P2	3
D01.3N97P1	3
D01.3N97P2	3
D01.3N98P1	3
D01.3N98P2	3
D01.3N99P1	3
D01.3N99P2	3
D01.3N100P1	3
D01.3N100P2	3

Homogeneous subsets
 Sample
 Post Hoc Tests

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Total	110748.768	181			
Total	525277.714	182			
Error	152.287	102	1.478		
Sample	110287.401	23	5083.555	1414.019	.000
Intercept	414830.946	1	414830.946	321153.1	.000
Corrected Model	110287.401 ^a	22	5058.555	1414.019	.000

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .998)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Total	110748.768	181			
Total	525277.714	182			
Error	152.287	102	1.478		
Sample	110287.401	23	5083.555	1414.019	.000
Intercept	414830.946	1	414830.946	321153.1	.000
Corrected Model	110287.401 ^a	22	5058.555	1414.019	.000

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % perikanan Fe

Regression

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% penurunan Fe	50,6032	25,98625	165
variasi aliran	2,0000	,81150	165
variasi debit	2,0000	,81150	165
variasi waktu	2,0000	,81150	165
variasi penambahan kapur	1,5000	,49694	165

Correlations

	% penurunan Fe	variasi aliran	variasi debit	variasi waktu	variasi penambahan Kapur
Pearson Correlation	% penurunan Fe	variasi aliran	variasi debit	variasi waktu	variasi penambahan Kapur
	1,000	-,159	-,217	,882	,132
	-,159	1,000	,000	,000	,000
	-,217	,000	1,000	,000	,000
	,882	,000	,000	1,000	,000
	,132	,000	,000	,000	1,000
Sig. (1-tailed)	% penurunan Fe	variasi aliran	variasi debit	variasi waktu	variasi penambahan Kapur
	% penurunan Fe	variasi aliran	variasi debit	variasi waktu	variasi penambahan Kapur
	,021	,003	,003	,000	,046
	,003	,500	,500	,500	,500
	,000	,500	,500	,500	,500
	,046	,500	,500	,500	,500
N	% penurunan Fe	variasi aliran	variasi debit	variasi waktu	variasi penambahan Kapur
	% penurunan Fe	variasi aliran	variasi debit	variasi waktu	variasi penambahan Kapur
	165	165	165	165	165
	165	165	165	165	165
	165	165	165	165	165
	165	165	165	165	165

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	variasi penambahan kapur, variasi waktu, variasi debit, variasi aliran		Enter

- All requested variables entered.
- Dependent Variable: % penurunan Fe

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,932 ^a	,868	,865	9,55590

a. Predictors: (Constant), variasi penambahan kapur, variasi waktu, variasi debit, variasi aliran

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	96136,348	4	24034,087	263,199	,000 ^a
	Residual	14610,421	160	91,315		
	Total	110746,8	164			

a. Predictors: (Constant), variasi penambahan kapur, variasi waktu, variasi debit, variasi aliran

b. Dependent Variable: % penurunan Fe

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7,827	3,971		1,971	,050
	variasi aliran	-5,087	,920	-,159	-5,533	,000
	variasi debit	-6,941	,920	-,217	-7,549	,000
	variasi waktu	28,255	,920	,882	30,728	,000
	variasi penambahan kapur	6,883	1,502	,132	4,584	,000

a. Dependent Variable: % penurunan Fe

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

Sampled	N
B2L1W1P1	3
B2L1W2P1	3
B2L1W2P2	3
B2L1W3P1	3
B2L1W3P2	3
B2L2W1P1	3
B2L2W1P2	3
B2L2W2P1	3
B2L2W2P2	3
B2L2W3P1	3
B2L2W3P2	3
B2L3W1P1	3
B2L3W1P2	3
B2L3W2P1	3
B2L3W2P2	3
B2L3W3P1	3
B2L3W3P2	3
D1L1W1P1	3
D1L1W1P2	3
D1L1W2P1	3
D1L1W2P2	3
D1L1W3P1	3
D1L1W3P2	3
D1L2W1P1	3
D1L2W1P2	3
D1L2W2P1	3
D1L2W2P2	3
D1L2W3P1	3
D1L2W3P2	3
D1L3W3P1	3
D1L3W3P2	3
U3L1W1P1	3
U3L1W1P2	3
U3L1W2P1	3
U3L1W2P2	3
U3L1W3P1	3
U3L1W3P2	3
U3L2W1P1	3
U3L2W1P2	3
U3L2W2P1	3
U3L2W2P2	3
U3L2W3P1	3
U3L2W3P2	3
U3L3W1P1	3
U3L3W1P2	3
U3L3W2P1	3
U3L3W2P2	3
U3L3W3P1	3
U3L3W3P2	3

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % penurutan Mn

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	70111,090 ^a	53	1322,851	383,599	,000
Intercept	237927,349	1	237927,349	68994,027	,000
Sampel	70111,090	53	1322,851	383,599	,000
Error	372,440	108	3,449		
Total	308410,880	162			
Corrected Total	70483,530	161			

a. R Squared = ,995 (Adjusted R Squared = ,992)

Post Hoc Tests
Sampel
Homogeneous Subsets

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	70111,090 ^a	53	1322,851	383,599	,000
Intercept	237927,349	1	237927,349	68994,027	,000
Sampel	70111,090	53	1322,851	383,599	,000
Error	372,440	108	3,449		
Total	308410,880	162			
Corrected Total	70483,530	161			

Regression

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% penurunan Mn	38,3235	20,92333	162
variasi aliran	2,0000	,81903	162
variasi debit	2,0000	,81903	162
variasi waktu	2,0000	,81903	162
variasi penambahan kapur	1,5000	,50155	162

Correlations

	% penurunan Mn	variasi aliran	variasi debit	variasi waktu	variasi penambahan kapur
Pearson Correlator					
% penurunan Mn	1,000				
variasi aliran	-,229	1,000			
variasi debit	-,241	,000	1,000		
variasi waktu	,902	,000	,000	1,000	
variasi penambahan kapur	,098	,000	,000	,000	1,000
Sig. (1-tailed)					
% penurunan Mn	,002	,002	,001	,000	,106
variasi aliran	,001	,500	,500	,500	,500
variasi debit	,000	,500	,500	,500	,500
variasi waktu	,106	,500	,500	,500	,500
variasi penambahan kapur					
N	162	162	162	162	162
variasi aliran	162	162	162	162	162
variasi debit	162	162	162	162	162
variasi waktu	162	162	162	162	162
variasi penambahan kapur	162	162	162	162	162

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	variasi penambahan kapur, variasi waktu, variasi debit, variasi aliran	.	Enter

- a. All requested variables entered.
 b. Dependent Variable: % penurunan Mn

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,966 ^a	,933	,932	5,47270

- a. Predictors: (Constant), variasi penambahan kapur, variasi waktu, variasi debit, variasi aliran

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	65781,305	4	16445,326	549,084	,000 ^a
	Residual	4702,225	157	29,950		
	Total	70483,530	161			

- a. Predictors: (Constant), variasi penambahan kapur, variasi waktu, variasi debit, variasi aliran
 b. Dependent Variable: % penurunan Mn

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	10,099	2,275		4,439	,000
	variasi aliran	-5,849	,527	-,229	-11,106	,000
	variasi debit	-6,154	,527	-,241	-11,686	,000
	variasi waktu	23,037	,527	,902	43,745	,000
	variasi penambahan kapur	4,105	,860	,098	4,773	,000

a. Dependent Variable: % penurunan Mn

LAMPIRAN 3 DATA ANALISA pH, Fe, Mn DI LABORATORIUM UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838**

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.050 / RT.5 / T.I / R.O / TT. 150803 / 2005

Nama : Minar L.N
Nim : 00.26.034
Jurusan : Teknik Lingkungan
PTN/PTS : ITN Malang
Asal sampel : pH sampel air tanah tanpa penambahan kapur

No	Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
1	D1L1W1	pH	7,17			pH meter
2	D1L1W1	pH	7,15			pH meter
3	D1L1W1	pH	7,16			pH meter
4	D1L1W2	pH	7,19			pH meter
5	D1L1W2	pH	7,18			pH meter
6	D1L1W2	pH	7,19			pH meter
7	D1L1W3	pH	7,24			pH meter
8	D1L1W3	pH	7,23			pH meter
9	D1L1W3	pH	7,25			pH meter
10	D1L2W1	pH	7,19			pH meter
11	D1L2W1	pH	7,22			pH meter
12	D1L2W1	pH	7,21			pH meter
13	D1L2W2	pH	7,22			pH meter
14	D1L2W2	pH	7,24			pH meter
15	D1L2W2	pH	7,23			pH meter
16	D1L2W3	pH	7,26			pH meter



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838**

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.050 / RT.5 / T.I / R.O / TT. 150803 / 2005

No	Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
17	D1L2W3	pH	7,27			pH meter
18	D1L2W3	pH	7,25			pH meter
19	D1L3W1	pH	7,23			pH meter
20	D1L3W1	pH	7,25			pH meter
21	D1L3W1	pH	7,24			pH meter
22	D1L3W2	pH	7,27			pH meter
23	D1L3W2	pH	7,27			pH meter
24	D1L3W2	pH	7,28			pH meter
25	D1L3W3	pH	7,32			pH meter
26	D1L3W3	pH	7,33			pH meter
27	D1L3W3	pH	7,31			pH meter
28	B1L1W1	pH	7,13			pH meter
29	B1L1W1	pH	7,15			pH meter
30	B1L1W1	pH	7,14			pH meter
31	B1L1W2	pH	7,17			pH meter
32	B1L1W2	pH	7,16			pH meter



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838**

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.050 / RT.5 / T.I / R.O / TT. 150803 / 2005

No	Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
33	B1L1W2	pH	7,18			pH meter
34	B1L1W3	pH	7,23			pH meter
35	B1L1W3	pH	7,22			pH meter
36	B1L1W3	pH	7,23			pH meter
37	B1L2W1	pH	7,19			pH meter
38	B1L2W1	pH	7,17			pH meter
39	B1L2W1	pH	7,18			pH meter
40	B1L2W2	pH	7,20			pH meter
41	B1L2W2	pH	7,21			pH meter
42	B1L2W2	pH	7,21			pH meter
43	B1L2W3	pH	7,23			pH meter
44	B1L2W3	pH	7,25			pH meter
45	B1L2W3	pH	7,24			pH meter
46	B1L3W1	pH	7,22			pH meter
47	B1L3W1	pH	7,20			pH meter
48	B1L3W1	pH	7,21			pH meter



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.050 / RT.5 / T.I / R.O / TT. 150803 / 2005

No	Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
49	B1L3W2	pH	7,24			pH meter
50	B1L3W2	pH	7,23			pH meter
51	B1L3W2	pH	7,25			pH meter
52	B1L3W3	pH	7,27			pH meter
53	B1L3W3	pH	7,28			pH meter
54	B1L3W3	pH	7,26			pH meter
55	U1L1W1	pH	7,12			pH meter
56	U1L1W1	pH	7,11			pH meter
57	U1L1W1	pH	7,12			pH meter
58	U1L1W2	pH	7,16			pH meter
59	U1L1W2	pH	7,15			pH meter
60	U1L1W2	pH	7,16			pH meter
61	U1L1W3	pH	7,21			pH meter
62	U1L1W3	pH	7,20			pH meter
63	U1L1W3	pH	7,22			pH meter
64	U1L2W1	pH	7,15			pH meter



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.050 / RT.5 / TI / R.O / TT. 150803 / 2005

No	Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
65	U1L2W1	pH	7,16			pH meter
66	U1L2W1	pH	7,17			pH meter
67	U1L2W2	pH	7,19			pH meter
68	U1L2W2	pH	7,21			pH meter
69	U1L2W2	pH	7,23			pH meter
70	U1L2W3	pH	7,17			pH meter
71	U1L2W3	pH	7,19			pH meter
72	U1L2W3	pH	7,18			pH meter
73	U1L3W1	pH	7,17			pH meter
74	U1L3W1	pH	7,19			pH meter
75	U1L3W1	pH	7,18			pH meter
76	U1L3W2	pH	7,21			pH meter
77	U1L3W2	pH	7,22			pH meter
78	U1L3W2	pH	7,22			pH meter
79	U1L3W3	pH	7,25			pH meter
80	U1L3W3	pH	7,24			pH meter
81	U1L3W3	pH	7,26			pH meter



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838**

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.050 / RT.5 / T.I / R.O / TT. 150803 / 2005

Nama : Minar L.N
Nim : 00.26.034
Jurusan : Teknik Lingkungan
PTN/PTS : ITN Malang
Asal sampel : pH sampel air tanah dengan penambahan kapur

No	Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
1	D1L1W1	pH	9,15			pH meter
2	D1L1W1	pH	9,17			pH meter
3	D1L1W1	pH	9,16			pH meter
4	D1L1W2	pH	9,21			pH meter
5	D1L1W2	pH	9,23			pH meter
6	D1L1W2	pH	9,21			pH meter
7	D1L1W3	pH	9,24			pH meter
8	D1L1W3	pH	9,26			pH meter
9	D1L1W3	pH	9,25			pH meter
10	D1L2W1	pH	9,17			pH meter
11	D1L2W1	pH	9,18			pH meter
12	D1L2W1	pH	9,16			pH meter
13	D1L2W2	pH	9,24			pH meter
14	D1L2W2	pH	9,24			pH meter
15	D1L2W2	pH	9,26			pH meter
16	D1L2W3	pH	9,31			pH meter

99



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838

LAPORAN HASIL PENELITIAN
NO : M.050 / RT.5 / T.I / R.O / TT. 150803 / 2005

No	Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
17	D1L2W3	pH	9,33			pH meter
18	D1L2W3	pH	9,32			pH meter
19	D1L3W1	pH	9,20			pH meter
20	D1L3W1	pH	9,18			pH meter
21	D1L3W1	pH	9,19			pH meter
22	D1L3W2	pH	9,34			pH meter
23	D1L3W2	pH	9,35			pH meter
24	D1L3W2	pH	9,33			pH meter
25	D1L3W3	pH	9,37			pH meter
26	D1L3W3	pH	9,36			pH meter
27	D1L3W3	pH	9,35			pH meter
28	B1L1W1	pH	9,37			pH meter
29	B1L1W1	pH	9,36			pH meter
30	B1L1W1	pH	9,35			pH meter
31	B1L1W2	pH	9,13			pH meter
32	B1L1W2	pH	9,15			pH meter



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838**

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.050/RT.5/T.I/R.O/TT. 150803/2005

No	Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
33	B1L1W2	pH	9,14			pH meter
34	B1L1W3	pH	9,20			pH meter
35	B1L1W3	pH	9,21			pH meter
36	B1L1W3	pH	9,20			pH meter
37	B1L2W1	pH	9,17			pH meter
38	B1L2W1	pH	9,16			pH meter
39	B1L2W1	pH	9,18			pH meter
40	B1L2W2	pH	9,23			pH meter
41	B1L2W2	pH	9,24			pH meter
42	B1L2W2	pH	9,22			pH meter
43	B1L2W3	pH	9,27			pH meter
44	B1L2W3	pH	9,25			pH meter
45	B1L2W3	pH	9,26			pH meter
46	B1L3W1	pH	9,19			pH meter
47	B1L3W1	pH	9,20			pH meter
48	B1L3W1	pH	9,19			pH meter



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838**

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : ML050 / RT.5 / T.I / R.O / TT. 150803 / 2005

No	Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
49	B1L3W2	pH	9,26			pH meter
50	B1L3W2	pH	9,28			pH meter
51	B1L3W2	pH	9,27			pH meter
52	B1L3W3	pH	9,34			pH meter
53	B1L3W3	pH	9,35			pH meter
54	B1L3W3	pH	9,32			pH meter
55	U1L1W1	pH	9,12			pH meter
56	U1L1W1	pH	9,11			pH meter
57	U1L1W1	pH	9,13			pH meter
58	U1L1W2	pH	9,19			pH meter
59	U1L1W2	pH	9,19			pH meter
60	U1L1W2	pH	9,20			pH meter
61	U1L1W3	pH	9,23			pH meter
62	U1L1W3	pH	9,25			pH meter
63	U1L1W3	pH	9,24			pH meter
64	U1L2W1	pH	9,15			pH meter



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838**

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.050 / RT.5 / T.J / R.O / TT. 150803 / 2005

No	Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
65	U1L2W1	pH	9,17			pH meter
66	U1L2W1	pH	9,16			pH meter
67	U1L2W2	pH	9,22			pH meter
68	U1L2W2	pH	9,21			pH meter
69	U1L2W2	pH	9,22			pH meter
70	U1L2W3	pH	9,29			pH meter
71	U1L2W3	pH	9,30			pH meter
72	U1L2W3	pH	9,32			pH meter
73	U1L3W1	pH	9,19			pH meter
74	U1L3W1	pH	9,18			pH meter
75	U1L3W1	pH	9,20			pH meter
76	U1L3W2	pH	9,26			pH meter
77	U1L3W2	pH	9,24			pH meter
78	U1L3W2	pH	9,26			pH meter
79	U1L3W3	pH	9,32			pH meter
80	U1L3W3	pH	9,31			pH meter
81	U1L3W3	pH	9,33			pH meter

11



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838**

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.050 / RT.5 / T.I / R.O / TT. 150803 / 2005

Nama : Minar L.N
 Nim : 00.26.034
 Jurusan : Teknik Lingkungan
 PTN/PTS : ITN Malang
 Asal sampel : Sampel buatan air tanah (FeCl_3 dan MnSO_4) tanpa kapur

No	Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
1	D1L1W1	Fe	0,73	ppm	HNO_3	AAS
		Mn	0,76	ppm	NaIO_4	Spektropotometri
2	D1L1W1	Fe	0,71	ppm	HNO_3	AAS
		Mn	0,75	ppm	NaIO_4	Spektropotometri
3	D1L1W1	Fe	0,72	ppm	HNO_3	AAS
		Mn	0,76	ppm	NaIO_4	Spektropotometri
4	D1L1W2	Fe	0,30	ppm	HNO_3	AAS
		Mn	0,48	ppm	NaIO_4	Spektropotometri
5	D1L1W2	Fe	0,31	ppm	HNO_3	AAS
		Mn	0,47	ppm	NaIO_4	Spektropotometri
6	D1L1W2	Fe	0,30	ppm	HNO_3	AAS
		Mn	0,49	ppm	HNO_3	Spektropotometri
7	D1L1W3	Fe	0,13	ppm	NaIO_4	AAS
		Mn	0,19	ppm	HNO_3	Spektropotometri
8	D1L1W3	Fe	0,12	ppm	NaIO_4	AAS
		Mn	0,17	ppm	HNO_3	Spektropotometri
9	D1L1W3	Fe	0,14	ppm	HNO_3	AAS
		Mn	0,18	ppm	NaIO_4	Spektropotometri
10	D1L2W1	Fe	0,79	ppm	HNO_3	AAS
		Mn	0,81	ppm	NaIO_4	Spektropotometri
11	D1L2W1	Fe	0,80	ppm	HNO_3	AAS
		Mn	0,81	ppm	NaIO_4	Spektropotometri
12	D1L2W1	Fe	0,78	ppm	HNO_3	AAS
		Mn	0,82	ppm	NaIO_4	Spektropotometri
13	D1L2W2	Fe	0,42	ppm	HNO_3	AAS
		Mn	0,57	ppm	HNO_3	Spektropotometri
14	D1L2W2	Fe	0,42	ppm	NaIO_4	AAS
		Mn	0,56	ppm	HNO_3	Spektropotometri
15	D1L2W2	Fe	0,41	ppm	NaIO_4	AAS
		Mn	0,58	ppm	HNO_3	Spektropotometri
16	D1L2W3	Fe	0,24	ppm	NaIO_4	AAS
		Mn	0,33	ppm	HNO_3	Spektropotometri



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838**

LAPORAN HASIL PENELITIAN
NO : M.050 / RT.5 / TJ / R.O / TT. 150803 / 2005

No	Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
17	D1L2W3	Fe	0,23	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,31	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
18	D1L2W3	Fe	0,21	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,32	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
19	D1L3W1	Fe	0,81	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,83	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
20	D1L3W1	Fe	0,80	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,80	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
21	D1L3W1	Fe	0,82	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,81	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
22	D1L3W2	Fe	0,45	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,59	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
23	D1L3W2	Fe	0,43	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,57	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
24	D1L3W2	Fe	0,44	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,58	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
25	D1L3W	Fe	0,30	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,49	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
26	D1L3W3	Fe	0,32	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,47	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
27	D1L3W3	Fe	0,31	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,48	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
28	B1L1W	Fe	0,79	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,76	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
29	B1L1W1	Fe	0,77	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,77	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
30	B1L1W1	Fe	0,78	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,75	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
31	B1L1W2	Fe	0,24	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,57	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
32	B1L1W2	Fe	0,23	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,56	ppm	HNO ₃	Spektropotometri

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
 UNIVERSITAS BRAWAJAYA MALANG
 FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
 JL. TERESA 1 (11) 65133



LAPORAN HASIL PENELITIAN
 NO. 21.020/RES/11/RO/11/1808/1808

No	Uraian	Uraian	Uraian	Uraian	Uraian	Uraian
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838

LAPORAN HASIL PENELITIAN
NO : M.050 / RT.5 / T.I / R.O / TT. 150803 / 2005

No	Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
33	B1L1W2	Fe	0,25	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,57	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
34	B1L1W3	Fe	0,18	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,24	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
35	B1L1W3	Fe	0,18	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,23	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
36	B1L1W3	Fe	0,19	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,25	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
37	B1L2W1	Fe	0,91	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,81	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
38	B1L2W1	Fe	0,90	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,81	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
39	B1L2W1	Fe	0,92	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,80	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
40	B1L2W2	Fe	0,49	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,62	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
41	B1L2W2	Fe	0,51	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,63	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
42	B1L2W2	Fe	0,51	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,61	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
43	B1L2W2	Fe	0,30	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,48	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
44	B1L2W2	Fe	0,29	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,47	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
45	B1L2W3	Fe	0,31	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,46	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838

LAPORAN HASIL PENELITIAN
NO : M.050/RT.5/TJ/R.O/TT.150803/2005

46	B1L3W1	Fe	0,93	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,83	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
47	B1L3W1	Fe	0,92	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,82	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
48	B1L3W1	Fe	0,93	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,84	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
49	B1L3W2	Fe	0,50	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,65	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
50	B1L3W2	Fe	0,49	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,66	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
51	B1L3W2	Fe	0,51	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,65	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
52	B1L3W	Fe	0,33	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,49	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
53	B1L3W	Fe	0,31	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,50	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
54	B1L3W3	Fe	0,32	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,51	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
55	U1L1W1	Fe	0,85	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,81	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
56	U1L1W1	Fe	0,84	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,80	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
57	U1L1W1	Fe	0,85	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,82	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
58	U1L1W2	Fe	0,49	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,67	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
59	U1L1W2	Fe	0,47	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,65	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
60	U1L1W2	Fe	0,48	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,65	ppm	HNO ₃	Spektropotometri

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
 UNIVERSITAS BRAWALAYA MALANG
 FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
 JALAN TERAMPIL P. (02) 12002



LAPORAN HASIL PENELITIAN
 NO : 0100013/11.001/11.00003/2002

No	Uraian	Nilai	Bobot	Nilai Akhir
10	Uraian	100	1	100
11	Uraian	100	1	100
12	Uraian	100	1	100
13	Uraian	100	1	100
14	Uraian	100	1	100
15	Uraian	100	1	100
16	Uraian	100	1	100
17	Uraian	100	1	100
18	Uraian	100	1	100
19	Uraian	100	1	100
20	Uraian	100	1	100
21	Uraian	100	1	100
22	Uraian	100	1	100
23	Uraian	100	1	100
24	Uraian	100	1	100
25	Uraian	100	1	100
26	Uraian	100	1	100
27	Uraian	100	1	100
28	Uraian	100	1	100
29	Uraian	100	1	100
30	Uraian	100	1	100



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838

LAPORAN HASIL PENELITIAN
NO : M.050/RT.5/TJ/R.O/TT.150803/2005

61	U1L1W3	Fe	0,30	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,38	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
62	U1L1W3	Fe	0,31	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,37	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
63	U1L1W3	Fe	0,29	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,36	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
64	U1L2W1	Fe	0,97	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,85	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
65	U1L2W1	Fe	0,95	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,85	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
66	U1L2W1	Fe	0,96	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,84	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
67	U1L2W2	Fe	0,67	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,76	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
68	U1L2W2	Fe	0,65	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,77	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
69	U1L2W2	Fe	0,66	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,75	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
70	U1L2W3	Fe	0,49	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,52	ppm	HNO ₃	Spektropotometri



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838

LAPORAN HASIL PENELITIAN
NO : M.050/RT.5/TJ/R.O/TT.150803/2005

71	U1L2W3	Fe	0,47	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,50	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
72	U1L2W3	Fe	0,46	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,51	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
73	U1L3W1	Fe	0,99	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,87	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
74	U1L3W1	Fe	0,97	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,86	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
75	U1L3W1	Fe	0,98	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,87	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
76	U1L3W2	Fe	0,70	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,78	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
77	U1L3W2	Fe	0,71	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,78	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
78	U1L3W2	Fe	0,70	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,76	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
79	U1L3W3	Fe	0,51	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,54	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
80	U1L3W3	Fe	0,52	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,55	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
81	U1L3W3	Fe	0,50	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,53	ppm	HNO ₃	Spektropotometri



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838**

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.050 / RT.5 / T.I / R.O / TT. 150803 / 2005

Nama : Minar L.N
 Nim : 00.26.034
 Jurusan : Teknik Lingkungan
 PTN/PTS : ITN Malang
 Asal sampel : Sampel buatan air tanah (FeCl₃ dan MnSO₄) dengan kapur

No	Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
1	D1L1W1	Fe	0,72	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,76	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
2	D1L1W1	Fe	0,70	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,75	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
3	D1L1W1	Fe	0,71	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,76	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
4	D1L1W2	Fe	0,29	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,48	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
5	D1L1W2	Fe	0,27	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,47	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
6	D1L1W2	Fe	0,28	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,49	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
7	D1L1W3	Fe	0,12	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,19	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
8	D1L1W3	Fe	0,11	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,17	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
9	D1L1W3	Fe	0,12	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,18	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
10	D1L2W1	Fe	0,77	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,81	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
11	D1L2W1	Fe	0,75	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,81	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
12	D1L2W1	Fe	0,76	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,82	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
13	D1L2W2	Fe	0,29	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,57	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
14	D1L2W2	Fe	0,27	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,56	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
15	D1L2W2	Fe	0,29	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,58	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
16	D1L2W3	Fe	0,23	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,33	ppm	HNO ₃	Spektropotometri



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838**

**LAPORAN HASIL PENELITIAN
NO : M.050 / RT.5 / T.1 / R.O / TT. 150803 / 2005**

No	Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Reaksi	Metode
17	D11.2W3	Fe	0,25	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,31	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
18	D11.2W3	Fe	0,24	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,32	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
19	D11.3W1	Fe	0,79	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,83	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
20	D11.3W1	Fe	0,79	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,80	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
21	D11.3W1	Fe	0,80	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,81	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
22	D11.3W2	Fe	0,41	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,59	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
23	D11.3W2	Fe	0,40	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,57	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
24	D11.3W2	Fe	0,42	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,58	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
25	D11.3W	Fe	0,22	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,49	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
26	D11.3W3	Fe	0,23	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,47	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
27	D11.3W3	Fe	0,16	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,48	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
28	B11.1W	Fe	0,17	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,76	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
29	B11.1W1	Fe	0,16	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,77	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
30	B11.1W1	Fe	0,89	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,75	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
31	B11.1W2	Fe	0,88	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,57	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
32	B11.1W2	Fe	0,90	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,56	ppm	HNO ₃	Spektropotometri

56



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838**

LAPORAN HASIL PENELITIAN
NO : M.050/RT.5/T.I/R.O/TT.150803/2005

No	Sampel	Paramet er	Kadar		Metode Analisis	
			Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
33	B1L1W2	Fe	0,92	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,57	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
34	B1L1W3	Fe	0,91	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,24	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
35	B1L1W3	Fe	0,47	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,23	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
36	B1L1W3	Fe	0,46	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,25	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
37	B1L2W1	Fe	0,48	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,81	ppm	IINO ₃	Spektropotometri
38	B1L2W1	Fe	0,31	ppm	IINO ₃	AAS
		Mn	0,81	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
39	B1L2W1	Fe	0,33	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,80	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
40	B1L2W2	Fe	0,31	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,62	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
41	B1L2W2	Fe	0,80	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,63	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
42	B1L2W2	Fe	0,80	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,61	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
43	B1L2W2	Fe	0,82	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,48	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
44	B1L2W2	Fe	0,31	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,47	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
45	B1L2W3	Fe	0,29	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,46	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838**

LAPORAN HASIL PENELITIAN
NO : M.050 / RT.5 / T.1 / R.O / TT. 150803 / 2005

46	B1L3W1	Fe	0,51	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,83	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
47	B1L3W1	Fe	0,80	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,82	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
48	B1L3W1	Fe	0,80	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,84	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
49	B1L3W2	Fe	0,81	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,65	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
50	B1L3W2	Fe	0,31	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,66	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
51	B1L3W2	Fe	0,29	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,65	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
52	B1L3W	Fe	0,32	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,49	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
53	B1L3W	Fe	0,22	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,50	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
54	B1L3W3	Fe	0,21	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,51	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
55	U1L1W1	Fe	0,23	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,81	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
56	U1L1W1	Fe	0,84	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,80	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
57	U1L1W1	Fe	0,83	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,82	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
58	U1L1W2	Fe	0,85	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,67	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
59	U1L1W2	Fe	0,33	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,65	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
60	U1L1W2	Fe	0,32	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,65	ppm	HNO ₃	Spektropotometri



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838**

LAPORAN HASIL PENELITIAN
NO : M.050 / RT.5 / T.1 / R.O / TT. 150803 / 2005

61	U1L1W3	Fe	0,34	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,38	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
62	U1L1W3	Fe	0,24	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,37	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
63	U1L1W3	Fe	0,23	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,36	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
64	U1L2W1	Fe	0,84	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,85	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
65	U1L2W1	Fe	0,83	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,85	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
66	U1L2W1	Fe	0,85	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,84	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
67	U1L2W2	Fe	0,33	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,76	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
68	U1L2W2	Fe	0,32	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,77	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
69	U1L2W2	Fe	0,34	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,75	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
70	U1L2W3	Fe	0,24	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,52	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
71	U1L2W3	Fe	0,23	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,50	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
72	U1L2W3	Fe	0,24	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,51	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
73	U1L3W1	Fe	0,89	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,87	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
74	U1L3W1	Fe	0,88	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,86	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
75	U1L3W1	Fe	0,90	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,87	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
76	U1L3W2	Fe	0,36	ppm	HNO ₃	AAS

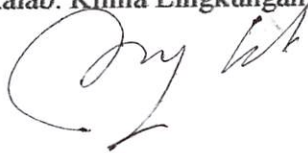
	L3W2U	Mn	0,69	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
77	L3W2U	Fe	0,35	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,69	ppm	NaIO ₄	Spektropotometri
78	L3W2U	Fe	0,37	ppm	HNO ₃	AAS
		Mn	0,70	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
79	L3W3U	Fe	0,26	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,37	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
80	L3W3U	Fe	0,26	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,36	ppm	HNO ₃	Spektropotometri
81	L3W3U	Fe	0,27	ppm	NaIO ₄	AAS
		Mn	0,38	ppm	HNO ₃	Spektropotometri

Catatan :

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

Malang, 26 Agustus 2005
Mengetahui

Kalab. Kimia Lingkungan


Ir. Bambang Ismuyanto, MS
NIP. 131 616 317



Ketua


M. Farid Rahman, S.Si., M.Si
NIP. 132 158 726

LAMPIRAN 4 LANGKAH UNTUK MENGANALISA Fe DAN Mn

LANGKAH UNTUK MENGANALISA BESI DAN MANGAN

4.1 Analisis Penentuan Fe

Cara kerja:

1. Ambil contoh air dengan pipet volume 10 cc masukkan kedalam erlenmeyer 100 cc.
2. Tambahkan 5 cc aquaregia, panaskan diatas kompor listrik sampai asat, dinginkan.
3. Tambahkan 10 cc HNO_3 2,5 N panaskan sampai mendidih, dinginkan
4. Saring kelabu 10 cc, tambahkan aquades sampai tanda batas, kocok sampai homogen.
5. Baca dengan AAS dengan memakai lampu katoda Fe
6. Catat absorbansinya

4.2 Analisis Penentuan Mn

Cara kerja:

1. Ambil 25 cc contoh + 1,25 HNO_3 (1:1) panaskan sampai mendidih, dinginkan.
2. Tambahkan 0,5 gram Amonium persulfat $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ dan 1,25 cc H_3PO_4 pekat.
3. Panaskan sampai mendidih, dinginkan pada suhu kira- kira 70°C , tambahkan 0,1 gram NaIO_4 . Biarkan selama 10 menit sampai terbentuk warna lembayung.
4. Ukur dengan spektronik 20 pada panjang gelombang 540 nm.