



HUBUNGAN DO (*DISSOLVED OXYGEN*) DAN COD (*CHEMICAL OXYGEN DEMAND*) TERHADAP KADAR Fe^{2+} DAN Fe TOTAL DALAM AIR SUMUR GALI

SKRIPSI

Oleh

Dhea Anastia Prativi

NIM 081810301014

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS JEMBER

2015



HUBUNGAN DO (*DISSOLVED OXYGEN*) DAN COD (*CHEMICAL OXYGEN DEMAND*) TERHADAP KADAR Fe^{2+} DAN Fe TOTAL DALAM AIR SUMUR GALI

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Dhea Anastia Prativi

NIM 081810301014

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS JEMBER

2015

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Yayuk Hariyati yang tidak pernah mengeluh, Ibunda yang selalu memberi semangat, doa dan mendidik ananda, karena mama adalah mama terbaik yang diberikan Allah SWT. Terimakasih untuk doa-doanya, jerih payahnya dan keringat untuk semuanya walau ananda belum mampu membahagiakan mama lebih dari waktu ini;
2. Ayahanda Gatot Wahyu Susanto (ALM) tercinta ini adalah kebahagiaan yang hanya bisa ananda ceritakan kepada Ayah yang berada tempat terbaik disisi Allah SWT;
3. bapak ibu guru TK As-Syafiiyah; SDN 2 Wonorejo; SMPN 1 Kencong; SMAN 4 Jember; bapak ibu dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember;
4. Almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jember.

MOTO

Berjuanglah bukan untuk menjadi orang yang sukses, tapi menjadi orang yang penuh nilai.

Belajarlah dari masa lalu, hiduplah pada masa sekarang, dan miliki harapan untuk masa depan, yang terpenting adalah tidak berhenti bertanya.

(Albert Einstein)¹

¹ <http://mutiarabijaksana.com/2014/11/13/kumpulan-kata-mutiara-albert-einstein>.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dhea Anastia Prativi

NIM : 081810301014

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Hubungan DO (*Dissolved Oxygen*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) terhadap Kadar Fe^{2+} dan Fe total dalam Air Sumur Gali” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2015

Yang menyatakan,

Dhea Anastia Prativi

NIM 081810301014

SKRIPSI

HUBUNGAN DO (*DISSOLVED OXYGEN*) DAN COD (*CHEMICAL OXYGEN DEMAND*) TERHADAP KADAR Fe^{2+} DAN Fe TOTAL DALAM AIR SUMUR GALI

Oleh

Dhea Anastia Prativi

NIM 081810301014

Pembimbing

Dosen pembimbing Utama : Drs. Siswoyo, M.Sc., PhD.

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Mukh. Mintadi

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Hubungan DO (*Dissolved Oxygen*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) terhadap Kadar Fe^{2+} dan Fe total dalam Air Sumur Gali” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua (DPU), Sekretaris (DPA),

Drs. Siswoyo, M.Sc., PhD.
NIP. 196605291993031003

Drs. Mukh. Mintadi
NIP. 196410261991031001

Anggota Tim Penguji

Penguji I Penguji II

Drs. Zulfikar, PhD.
NIP. 196310121987021001

Tanti Haryati, S.Si, M.Si.
NIP. 198010292005012002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember,

Prof. Drs. Kusno, DEA, PhD
NIP. 196101081986021001

RINGKASAN

Hubungan DO (*Dissolved Oxygen*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) terhadap Kadar Fe^{2+} dan Fe total dalam Air Sumur Gali; Dhea Anastia Prativi, 081810301014; 2015; 42 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Air sumur salah satunya air sumur gali merupakan jenis air tanah yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pada umumnya, seperti di daerah Kabupaten Jember. Air sumur banyak dimanfaatkan untuk mencuci, mandi, memasak bahkan dikonsumsi. Air yang dikonsumsi perlu memiliki kualitas air yang baik. Kualitas air terhadap penggunaan tertentu dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia memiliki beberapa parameter yaitu zat padat yang terlarut, DO dan COD. Besi terdapat pada hampir semua air tanah. Kandungan besi tidak berbahaya selama tidak melebihi ambang batas, tetapi jika berlebihan akan berdampak negatif, seperti menyebabkan ketidakseimbangan logam dalam tubuh, menyebabkan air berwarna kemerahan, mengakibatkan karat pada peralatan logam, memudahkan bahan celupan (*dyes*) dan tekstil, serta menyebabkan air berasa logam.

Keberadaan besi dalam air sumur diduga dipengaruhi derajat keasaman daerah dan kondisi lingkungan di sekitar sumur. Daerah perkotaan yang mempunyai pH netral diduga kandungan besi lebih sedikit dibandingkan daerah yang memiliki pH asam. Selain itu ada parameter lain yang mempengaruhi kelarutan besi dalam air salah satunya yaitu DO dan COD. DO merupakan kadar oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen yang terlarut dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Sumber utama oksigen dalam perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan. COD merupakan oksigen dibutuhkan untuk mengoksidasi zat kimia yang terdapat di dalam air. Oleh karena itu dari paparan di atas, perlu untuk

mengetahui [1] seberapa besar jumlah besi, kadar DO, dan COD dalam air sumur di daerah perkotaan, dekat dengan gunung kapur, dan desa yang dekat dengan persawahan, [2] hubungan konsentrasi besi dengan kadar DO dan COD.

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel di daerah yang dianggap memiliki tiga karakter yang berbeda, yaitu Summersari (perkotaan), Puger (dekat gunung kapur) dan Kencong (dekat dengan persawahan dan rawa). Setiap daerah diambil 3 titik dengan jarak cukup berjauhan (lebih dari 5 meter). Sampel diambil dari air sumur yang terbuka yang digunakan untuk aktivitas sehari dengan cara ditimba dan diambil sekali dalam botol 1 L untuk 3 kali pengulangan. Pengukuran oksigen terlarut dilakukan di lapangan dengan DO meter portable, sedangkan pengukuran besi dan COD dilakukan di laboratorium kimia FMIPA UNEJ. Korelasi dari konsentrasi besi dengan kadar DO dan COD dianalisa dengan mencari nilai koefisien korelasi.

Kadar DO, COD, Fe^{2+} dan Fe total secara berturut-turut di daerah perkotaan 8,2; 14,16; 0,358 dan 0,613 ppm, daerah dekat gunung kapur 8,54; 23,96; 0,377 dan 0,514 ppm dan daerah dekat persawahan dan rawa 5,86; 37,3; 0,493 dan 0,70 ppm. Terdapat korelasi yang kuat antara DO dan COD dengan konsentrasi Fe^{2+} , korelasi DO dan COD dengan Fe total cukup kuat. Kualitas air sumur menurut peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 dilihat dari kadar DO daerah perkotaan dan dekat dengan gunung kapur ketiga titik termasuk air bersih, sedangkan daerah dekat persawahan hanya satu titik yang termasuk air bersih. Jika dilihat dari kadar COD daerah perkotaan ketiga titik termasuk air bersih. Sedangkan daerah dekat gunung kapur dan persawahan ketiga titik tidak termasuk air bersih. Menurut KEPMENKES RI No.907/SK/VII/2002 untuk kadar Fe dari ketiga daerah termasuk air bersih tetapi tidak memenuhi standart air minum.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Hubungan DO (*Dissolved Oxygen*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) terhadap Kadar Fe^{2+} dan Fe total dalam Air Sumur Gali”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (SI) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Kusno. DEA, PhD selaku Dekan FMIPA UNEJ;
2. Dr. Bambang Piluharto S.Si, M.Si selaku Ketua jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember;
3. Drs. Siswoyo, M.Sc., PhD selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Mukh. Mintadi selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam menuliskan skripsi ini;
4. Drs. Zulfikar. PhD dan Tanti Haryati S.Si., M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini;
5. Dwi Indarti S.Si, M.Si selaku Dosen pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
6. dosen-dosen FMIPA umumnya dan dosen-dosen Jurusan Kimia khususnya yang telah memberikan ilmu dan membimbing penuh kesabaran;
7. Mas Edi, Bapak Dulkolim, Bapak Maryono, Bapak Darma, Bapak Syamsul, dan Ibu Sari, selaku staff dan teknisi laboratorium Jurusan Kimia FMIPA UNEJ;
8. rekan kerjaku Siska dan Fendra yang telah membantu selama penelitian, Huda yang membantu dalam proses sampling, Yanuar dan Nurul yang membantu support dan dukung saya;
9. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu terselesainya penulisan skripsi ini, saya ucapkan terima kasih.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis juga menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juni 2015

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air	5
2.2 Kelarutan Oksigen dalam Air (DO) dan Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	7
2.3 Besi dalam Air dan Pengaruhnya	9
2.3.1 Keberadaan Besi dalam Air	10
2.3.2 Pengaruh Besi dalam Tubuh Manusia	11
2.4 Pengujian Besi dengan Spektrofotometri UV-Vis	12

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Diagram Alir Penelitian	15
3.3 Alat dan Bahan	16
3.3.1 Alat	16
3.3.2 Bahan	16
3.3.3 Preparasi Bahan	16
a Larutan Pereaksi Asam Sulfat-Perak Sulfat	16
b Larutan Baku Kalium Dikromat 0,25 N	16
c Larutan Indikator Ferroin	17
d Larutan Baku Ferro Amonium Sulfat 0,1 N	17
e Larutan Baku Fe (II) 200 ppm	17
f Larutan Hidroksilamin 10%	17
g Larutan Buffer Asetat pH 4	17
h Larutan Fenantrolin 0,1%	17
i Larutan Standar Fe	18
3.4 Prosedur Kerja	18
3.4.1 Teknik Sampling	18
3.4.2 Penentuan DO Sampel Air Sumur dengan DO meter	19
3.4.3 Penentuan COD Sampel Air Sumur dengan Metode Refluks Tertutup	19
3.4.4 Penentuan Besi dengan Metode 1,10-fenantrolin Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis	20
a Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	20
b Pembuatan Kurva Kalibrasi	20
c Penentuan Fe ²⁺ Sampel Air Sumur dengan Spektrofotometri UV-Vis	21
d Penentuan Fe total Sampel Air Sumur dengan Spektrofotometri UV-Vis	21

3.4.5 Analisis Data	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Teknik Sampling	23
4.2 Penentuan DO	23
4.3 Penentuan COD	24
4.4 Penentuan Kadar Besi dalam Air Sumur	27
4.5 Profil Lokasi	29
4.6 Korelasi antara Fe^{2+} dan Fe total dengan Kadar DO dan COD	31
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Data DO Sampel Air Sumur dengan DO meter	23
4.2 Data COD Sampel Air Sumur dengan Metode Refluks Tertutup	25
4.3 Data Konsentrasi Fe ²⁺ , Fe ³⁺ dan Fe total dalam Sampel Air Sumur dengan Metode Fenantrolin	27
4.4 Data Parameter dengan Kadar Besi di Setiap Lokasi	29
4.5 Data Konsentrasi DO, COD, Fe ²⁺ dan Fe total	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
4.1 Profil Masing-masing Lokasi	30
4.2 Korelasi Oksigen Terlarut dengan Fe^{2+} , Fe^{3+} dan Fe total di Sumpersari	33
4.3 Korelasi Oksigen Terlarut dengan Fe^{2+} , Fe^{3+} dan Fe total di Puger	34
4.4 Korelasi Oksigen Terlarut dengan Fe^{2+} , Fe^{3+} dan Fe total di Kencong	35
4.5 Korelasi COD dengan Fe^{2+} , Fe^{3+} dan Fe total di Sumpersari	36
4.6 Korelasi COD dengan Fe^{2+} , Fe^{3+} dan Fe total di Puger	37
4.7 Korelasi COD dengan Fe^{2+} , Fe^{3+} dan Fe total di Kencong	38

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A PETA LOKASI PENGAMBILAN SAMPEL	43
A.1 Peta Kelurahan Kaliurang-Jember	43
A.2 Peta Desa Grenden Kecamatan Puger-Jember	44
A.3 Peta Desa Jatisari Kecamatan Kencong-Jember	45
B PENENTUAN COD (<i>CHEMICAL OXYGEN DEMAND</i>)	46
B.1 Data FAS yang Dibutuhkan dalam Titrasi	46
B.2 Data Hasil COD	47
C PENENTUAN PANJANG GELOMBANG MAKSIMUM	48
C.1 Absorbansi Senyawa Kompleks $[\text{Fe}(\text{Phen})_3]^{2+}$	48
C.2 Kurva Penentuan Panjang Gelombang Maksimum pada Panjang Gelombang 400-700 nm	49
D PEMBUATAN KURVA KALIBRASI	50
E PENENTUAN KONSENTRASI BESI DALAM SAMPEL	51
E.1 Absorbansi dan Konsentrasi dari Fe^{2+} dengan Metode Fenantrolin	51
E.2 Absorbansi dan Konsentrasi dari Fe total dengan Metode Fenantrolin	52
F PERHITUNGAN KOEFISIEN KORELASI PARAMETER DENGAN Fe^{2+}, Fe^{3+} dan Fe total AIR SUMUR GALI	53
F.1 Perhitungan Koefisien Korelasi antara DO dengan Fe^{2+} , Fe^{3+} dan Fe total Air Sumur Gali	53
F.2 Perhitungan Koefisien Korelasi antara COD dengan Fe^{2+} , Fe^{3+} dan Fe total Air Sumur Gali	55

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Air merupakan kebutuhan utama manusia, salah satu air yang banyak digunakan oleh manusia adalah air tanah. Air tanah sering disebut dengan air tawar karena tidak berasa asin. Air tanah ada dua macam yaitu air permukaan tanah dan air bawah tanah. Air bawah tanah merupakan air yang tersimpan di dalam tanah. Salah satu termasuk air bawah tanah yaitu air sumur gali (Effendi,2003).

Masyarakat desa dan sebagian besar kota jember menggunakan air sumur gali dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah untuk mendapatkan air tanah yang digunakan untuk air minum dan memasak. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dengan permukaan tanah, oleh karena itu dengan mudah terkena kontaminasi melalui rembesan. Keadaan konstruksi dan cara pengambilan air sumurpun juga mempengaruhi kondisi air sumur, misalnya sumur dengan konstruksi terbuka dan pengambilan air dengan timba. Sumur dianggap mempunyai tingkat perlindungan sanitasi yang baik, bila tidak terdapat kontak langsung antara manusia dengan air di dalam sumur (Gabriel,2001).

Pencemaran air pada umumnya terjadi karena aktivitas manusia yang menghasilkan bahan-bahan tertentu sebagai hasil samping atau buangan dari kegiatan rumah tangga dan industri. Pencemaran air juga disebabkan oleh pestisida, herbisida, pupuk tanaman yang merupakan hasil samping kegiatan pertanian (Supardi,2003).

Beberapa industri telah melakukan penanganan terhadap limbah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, akan tetapi mayoritas dari seluruh industri yang ada masih belum mengolah limbah hasil produksinya dengan benar sebelum dibuang ke lingkungan. Beberapa diantaranya juga tidak mempunyai unit pengolahan limbah atau juga kurang memenuhi standar sebagaimana yang telah ditetapkan oleh pemerintah (Wisnu A. W., 1995).

Banyak sekali permasalahan yang ditimbulkan apabila limbah tersebut tidak diolah dengan benar sebelum dialirkan ke lingkungan. Menurut Sastrawijaya (1991) limbah yang mengandung logam berat di dalamnya akan menyebabkan pencemaran yang cukup serius terhadap lingkungan dan kelangsungan hidup manusia apabila kandungan logam berat yang terdapat dalam limbah melebihi nilai ambang batas. Logam berat juga mempunyai sifat racun dan menyebabkan penyakit serius bagi manusia apabila terakumulasi di dalam tubuh.

Logam Besi (Fe) termasuk ke dalam golongan logam berat esensial. Logam jenis ini dibutuhkan oleh tubuh dalam kadar tertentu. Akan tetapi, meskipun logam Fe bermanfaat bagi tubuh, apabila terakumulasi secara berlebihan akan bersifat toksik. Toksisitas yang dimiliki oleh Fe akan bekerja apabila Fe masuk dalam tubuh dengan jumlah yang besar atau melebihi batas toleransi yang telah ditetapkan (Palar, 1994).

Limbah yang mengandung logam besi akan berwarna kuning dan berbau busuk. Bau busuk ini akan mengakibatkan gangguan pernafasan. Apabila air ini merembes ke dalam tanah yang dekat dengan sumur maka air sumur itu tidak dapat dimanfaatkan kembali, apabila air ini dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan apabila masih digunakan akan mengakibatkan penyakit.

Salah satu cara untuk mengetahui seberapa jauh beban cemaran pada air limbah adalah dengan mengukur DO (*Dissolved Okxygen*) dan COD (*Chemical Okxygen Demand*). Semakin besar nilai DO pada air, mengindikasikan air tersebut memiliki kualitas yang bagus. Sebaliknya jika nilai DO rendah, dapat diketahui bahwa air tersebut telah tercemar. Sedangkan semakin besar nilai COD maka jumlah bahan kimia yang terlarut dalam air besar yang mengindikasikan air tersebut kualitasnya kurang bagus atau tercemar sehingga komponen yang mudah mengalami oksidasi dan reduksi, keberadaan besi dalam air diduga juga dipengaruhi oleh DO dan COD (Sastrawijaya, 1991).

Dalam penelitian kali ini dilakukan analisis kadar Fe^{2+} dan Fe total pada air sumur gali di berbagai daerah kabupaten Jember yang tingkat keasamannya berbeda dan mengetahui nilai DO dan COD pada sampel yang mengandung Fe. Sehingga

dapat diketahui hubungan nilai DO dan COD dengan kadar Fe^{2+} dan Fe total air sumur gali.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan-permasalahan yang ada dalam penelitian ini meliputi:

- 1.2.1 Berapa nilai DO, COD, Fe^{2+} dan Fe total air sumur gali di daerah Jember?
- 1.2.2 Bagaimana hubungan antara DO dan COD terhadap kadar Fe^{2+} dan Fe total pada air sumur gali?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ada dalam penelitian ini, meliputi:

- 1.3.1 Sampel diambil dari tempat yang memiliki perbedaan kondisi asam, netral dan basa.
- 1.3.2 Sampel diambil 3 titik yaitu air sumur gali yang netral di daerah Summersari, basa di daerah Puger dan asam di daerah Jatisari, Kencong.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ada dalam penelitian ini meliputi:

- 1.4.1 Mengetahui nilai DO, COD, Fe^{2+} dan Fe total air sumur gali di daerah Jember
- 1.4.2 Mengetahui hubungan antara DO dan COD dengan kadar Fe^{2+} dan Fe total pada air sumur gali.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

- 1.5.1 Memberikan informasi kadar besi pada air sumur gali yang memiliki tingkat keasaman yang berbeda di daerah Kabupaten Jember.
- 1.5.2 Memberikan informasi kualitas air di daerah kabupaten Jember yang memiliki tingkat keasaman berbeda dilihat dari nilai DO dan COD.
- 1.5.3 Mengetahui hubungan nilai DO dan COD dengan kadar Fe^{2+} dan Fe total dalam air sumur gali.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air merupakan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan bagi kehidupan manusia, baik keperluan industri dan kehidupan. Hal ini sesuai dengan tujuan dari Deklarasi Penyelamatan Air, dimana tujuannya yaitu mencapai kelangsungan hidup yang seimbang di seluruh dunia. Air dapat diperoleh dari siklus hidrologi air dimana siklus ini tergantung dari proses *evaporasi* (penguapan) dan *presipitasi*. Air menyelimuti hampir 70% permukaan bumi dan komponen utama bagi kehidupan tumbuhan, hewan dan manusia, sehingga tidak akan ada kehidupan tanpa air (Achmad, 2004).

Air memiliki karakteristik yang khas yang tidak dimiliki oleh senyawa lain yaitu pelarut yang baik, berwujud cair pada suhu 0-100°C, dalam proses penguapannya membutuhkan panas yang tinggi, penyimpan panas yang baik dan memiliki tegangan permukaan yang tinggi (Effendi, 2003).

Peraturan pemerintah No.20 tahun 1990 tentang kualitas air, pengelompokan air menjadi beberapa golongan yaitu:

- a. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung, tanpa pengolahan terlebih dahulu.
- b. Golongan B, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum.
- c. Golongan C, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
- d. Golongan D, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, usaha dipertanian, industri, dan pembangkit listrik tenaga air (Effendi, 2003).

Jenis sumber air di bumi ini yaitu air hujan, air tanah dan air permukaan. Dari tiga jenis sumber tersebut air tanah sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari di

desa maupun di kota. Salah satu air tanah yang digunakan sebagai sumber air masyarakat adalah air sumur gali (Gabriel, 2001). Sumur gali banyak dijumpai di daerah-daerah yang belum terjangkau oleh PDAM. Hal ini disebabkan sumur gali tidak membutuhkan biaya yang besar dalam pembuatan dan penggunaannya. Akan tetapi, air tanah juga memiliki kekurangan, yaitu adanya kandungan gas dan mineral yang dapat melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan sehingga dapat mendatangkan keracunan dan penyakit pada manusia (Effendi, 2003).

Pengambilan air tanah secara berlebihan dapat menyebabkan penurunan muka air tanah yang berkelanjutan sehingga memungkinkan terjadinya rembesan air sungai ke akifer yang sangat besar. Apabila air sungai tercemar, maka akan mempengaruhi kualitas air sumur. Secara umum air tercemar dapat diketahui dari penampakannya, misalnya kekeruhan, buih, bau busuk, dan lainnya (Kodoatie & Sjarief, 2010).

Pencemaran air umumnya terjadi karena aktivitas manusia dari kegiatan rumah tangga, industri dan pertanian. Logam berat merupakan bahan pencemar yang berbahaya bagi manusia. Meskipun beberapa logam berat dibutuhkan untuk pertumbuhan biologis, misalnya pertumbuhan alga sebagai tumbuhan air, namun jika jumlahnya berlebihan akan mempengaruhi kegunaannya karena akan bersifat racun, sehingga jumlah logam berat dalam air limbah harus diperhatikan sebelum dibuang ke lingkungan luar yang luas (Supardi, 2003).

Kualitas air terhadap penggunaan tertentu dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia memiliki beberapa parameter yaitu :

1. Parameter fisika yaitu suhu, cahaya, warna, bau, kekeruhan dan zat padat terlarut.
2. Parameter kimia yaitu pH, DO, COD, BOD (*Biological Oxygen Demand*), TOC (*Total Organic Carbon*), kesadahan dan senyawa kimia beracun.
3. Parameter biologi yaitu bakteri, binatang, tumbuhan, protista dan virus.
4. Parameter radiologi yaitu konduktivitas (daya hantar), pesistivitas, dan TDS (kemampuan air untuk menghantarkan arus listrik)(Suprihatin, 1992).

2.2 Kelarutan Oksigen dalam air (DO) dan Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)

Pengukuran oksigen terlarut untuk mengetahui jumlah oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme dalam mendegradasi bahan buangan organik secara aerob (Fardiaz, 1992).

Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Salmin, 2000).

Semua gas di atmosfer larut dalam air, sedangkan oksigen dikelompokkan sebagai gas yang mempunyai tingkat kelarutan rendah karena secara kimia tidak bereaksi dengan air dan kelarutannya sebanding dengan tekanan parsial (Fardiaz, 1992). Faktor-faktor lain yang mempengaruhi kadar oksigen larut dalam air secara alamiah yaitu pergolakan di permukaan air, luasnya daerah permukaan air yang terbuka bagi atmosfer, tekanan atmosfer dan presentase oksigen di sekelilingnya (Mahida, 1997).

Kadar oksigen dalam air laut akan bertambah dengan semakin rendahnya suhu dan berkurang dengan semakin tingginya salinitas. Pada lapisan permukaan, kadar oksigen akan lebih tinggi, karena adanya proses difusi antara air dengan udara bebas serta adanya proses fotosintesis. Dengan bertambahnya kedalaman akan terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, karena proses fotosintesis semakin berkurang dan kadar oksigen yang ada banyak digunakan untuk pernapasan dan oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik. Keperluan organisme terhadap oksigen relatif bervariasi tergantung pada jenis, stadium dan aktifitasnya (Salmin, 2005).

Indikator pencemaran air tanah ditandai dengan tingginya kadar zat organik (BOD dan COD), nitrat, deterjen dan terdapatnya bakteri coli tinja. Menurut (Ricki, 2005) COD adalah jumlah total Oksigen agar limbah organik yang ada dalam air teroksidasi melalui reaksi kimia. Limbah organik akan dioksidasi oleh $K_2Cr_2O_7$ sebagai sumber oksigen menjadi gas CO_2 dan H_2O serta sejumlah ion Chrom. Nilai

COD atau kebutuhan oksigen kimia merupakan ukuran bagi tingkat pencemaran oleh bahan organik.

Air yang telah tercemar limbah organik sebelum reaksi oksidasi berwarna kuning, dan setelah reaksi oksidasi berubah menjadi warna hijau. Jumlah oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi terhadap limbah organik seimbang dengan jumlah $K_2Cr_2O_7$ yang digunakan pada reaksi oksidasi. Makin banyak $K_2Cr_2O_7$ yang digunakan pada reaksi oksidasi, maka semakin banyak oksigen yang diperlukan.

Adanya senyawa khlor yang dapat bereaksi dengan kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$), akan mengganggu dalam Pengujian COD. Pengujian COD dilakukan dengan mengambil contoh, dengan volume tertentu kemudian dipanaskan dengan larutan kalium dikromat dengan kepekatan tertentu, memakai katalis asam sulfat (H_2SO_4) diperlukan waktu 2 jam. Maka kebanyakan zat organik akan teroksidasi, dengan penentuan kalium dikromat yang dipakai, sehingga COD dapat dihitung.

Uji COD atau kebutuhan oksigen kimia dikembangkan karena banyaknya zat organik yang tidak mengalami penguraian biologi secara cepat berdasarkan pengujian BOD. Tetapi senyawa-senyawa organik ini tetap menurunkan kualitas air, sehingga perlu diketahui konsentrasi zat organik dalam limbah setelah masuk ke dalam perairan sungai atau danau (Tresna, 2000)

Pembuangan air limbah ke badan air dengan kandungan beban COD dan BOD diatas 200 mg/liter akan menyebabkan turunnya jumlah oksigen di dalam air. Kondisi tersebut mempengaruhi biota pada badan air, terutama biota yang hidupnya tergantung pada oksigen terlarut di air. Hal tersebut menyebabkan berkurangnya potensi yang dapat digali dari sumber daya alam yang telah tercemar COD dan BOD. Pengaruh lain adanya kandungan COD dan BOD dalam air yang melebihi batas waktu 18 jam, akan menyebabkan penguraian (degradasi) secara anaerob, sehingga menimbulkan bau dan kematian ikan di dalam air (Robert dan Roestam, 2005).

Uji coba kebutuhan oksigen kimiawi juga digunakan secara luas sebagai ukuran kekuatan pencemaran dari air limbah domestik maupun sampah industri. Uji coba tersebut direncanakan untuk mengukur oksigen yang dibutuhkan mengoksidasi

zat-zat organik yang terdapat pada sampel limbah. Manfaat untuk uji coba COD atau kebutuhan oksigen kimia ini ialah waktunya yang singkat, kira-kira 3 jam. Ketentuan ini penting untuk menjamin keadaan aerob dalam daerah perairan yang menampung zat-zat pencemar dalam bentuk air limbah, sampah industri dan selokan yang berasal dari instalasi sarana pembenahan. (Soemarwoto, 1981).

Semua makhluk hidup membutuhkan oksigen, tanpa terkecuali yang hidup di air dan di darat. Ikan di dalam air mendapatkan oksigen dalam bentuk oksigen terlarut. Kehidupan di dalam air tergantung dari kemampuan air untuk mempertahankan konsentrasi oksigen minimal yang dibutuhkan untuk kebutuhan organisme air. Kelarutan oksigen di dalam air, tergantung pada suhu, tekanan oksigen dalam atmosfer, serta kandungan garam dalam air (Robert dan Roestam, 2005).

2.3 Besi dalam Air dan Pengaruhnya

Menurut (Slamet, 1994) besi adalah metal berwarna putih keperakan, liat, dan dapat dibentuk biasanya di alam di dapat sebagai hematit. Besi merupakan elemen kimiawi yang dapat ditemui hampir di semua tempat di muka bumi, pada semua bagian geologis dan badan air. Besi tidak menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap tubuh manusia dalam jumlah tertentu, karena unsur besi dibutuhkan dalam darah pada pembentukan hemoglobin untuk mengikat oksigen (Palar, 1994). Menurut peraturan Menteri No.907 tahun 2002 mengenai persyaratan kualitas air bersih dilihat dari kandungan kimianya untuk kadar maksimum Fe yang diperbolehkan adalah 0,3 mg/L.

Besi yang merupakan unsur peralihan deret pertama pada umumnya bersifat terlarut sebagai Fe^{2+} (ferro) atau Fe^{3+} (ferri), tersuspensi sebagai butir koloidal atau lebih besar seperti Fe_2O_3 , FeO , $FeO(OH)$, $Fe(OH)_3$, dan sebagainya, serta tergabung dengan zat organik atau zat padat anorganik (Alaerts *et al*, 1987). Perairan dengan pH sekitar 7 dan kadar oksigen terlarut yang cukup, ion ferro yang bersifat mudah larut dioksidasi menjadi ion ferri. Oksidasi ini terjadi pelepasan elektron. Sebaliknya. pada

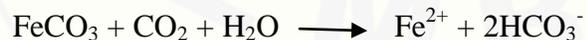
reduksi ferri menjadi ferro terjadi penangkapan elektron. Proses oksidasi dan reduksi besi tidak melibatkan oksigen dan hidrogen (Mackereth *et al*, 1989).

Proses oksidasi dan reduksi besi biasanya melibatkan bakteri *Thiobacillus* dan *Ferrobacillus* sebagai mediator, bakteri kemosintesis *Thiobacillus* dan *Ferrobacillus* memiliki sistem enzim yang dapat mentransfer elektron dari ion ferro kepada oksigen. Transfer elektron ini menghasilkan ion ferri, air dan energi bebas yang digunakan untuk sintesis bahan organik dari karbondioksida. Bakteri kemosintetis bekerja secara optimum pada pH rendah sekitar 5. Metabolisme bakteri *Desulfovibrio* menghasilkan H₂SO₄ yang dapat melarutkan besi (ferri) (Cole, 1988).

2.3.1 Keberadaan Besi dalam Air

Besi terdapat pada hampir semua air tanah. Air tanah umumnya mempunyai konsentrasi karbon dioksida yang tinggi dan mempunyai konsentrasi oksigen terlarut yang rendah menyebabkan konsentrasi besi yang tidak terlarut menjadi besi tereduksi (yang larut) dalam bentuk ion bervalensi dua (Fe²⁺). Pada air permukaan ditemui kadar Fe lebih besar 1 mg/ L, tetapi di dalam air tanah kadar Fe dapat jauh lebih tinggi. Konsentrasi Fe yang tinggi dapat dirasakan dan dapat menodai kain dan perkakas dapur, selain itu juga menimbulkan pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi, kekeruhan karena adanya kolodial yang terbentuk (Alaerts *et al*, 1987).

Air tanah biasanya memiliki karbondioksida dengan jumlah yang relatif banyak, diketahui dengan rendahnya pH dan kadar oksigen terlarut yang rendah serta terbentuk suasana anaerob. Pada kondisi ini sejumlah ferri karbonat akan larut sehingga terjadi peningkatan kadar besi ferro (Fe²⁺) di perairan. Pelarutan ferri karbonat ditunjukkan dalam persamaan :



Air yang tidak mengandung oksigen seperti air tanah, besi berada sebagai Fe²⁺ yang dapat terlarut, sedangkan sungai yang mengalir dan terjadi aerasi Fe²⁺ teroksidasi menjadi Fe³⁺ yang sulit larut pada pH 6 sampai 8, kelarutannya hanya di bawah beberapa microgram bahkan dapat menjadi ferrihidroksida (Fe(OH)₃), atau

salah satu jenis oksida yang merupakan zat padat dan bias mengendap (Alaerts *et al*, 1987).

2.3.2 Pengaruh Besi dalam tubuh manusia

Tubuh manusia hanya mengandung besi sebanyak 4 gram. Adanya unsur besi di dalam tubuh berfungsi untuk memenuhi kebutuhan unsur tersebut dalam mengatur metabolisme tubuh. Dalam tubuh sebagian unsur besi terdapat dalam hemoglobin dan pigmen merah yang terdapat di dalam sel darah merah. Namun masukan besi yang dianjurkan dipengaruhi oleh dua faktor yaitu kebutuhan fisiologis perseorangan dan persediaan zat besi di dalam makanan yang dikonsumsi.

Ada dua jenis zat besi yang ada dalam makanan yaitu zat besi yang berasal dari hem dan zat besi yang berasal dari non – hem. Zat besi dari hem merupakan penyusun hemoglobin dan mioglobin terkandung pada daging, ikan dan unggas. Sedangkan zat besi dari non – hem ditemukan pada tingkat yang berbeda pada seluruh makanan yang berasal dari tumbuhan. Zat besi non hem dibagi menjadi tiga yaitu:

- a. Zat besi makanan berasal dari sayuran dan kacang – kacangan.
- b. Zat besi cemaran berasal dari tanah, debu, air, pasir besi dan lainnya
- c. Zat besi fortifikasi berasal dari berbagai campuran zat besi yang digunakan bervariasi dalam potensi penyediannya.

Dari seluruh sumber besi yang ada, dua sumber besi yang terbaik bagi tubuh terdapat pada hati dan ginjal (De Maeyer, 1995).

2.4 Pengujian Besi dengan Spektrofotometer UV-Vis

Metode penentuan besi secara analisa kuantitatif dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer UV - Vis. Penentuan besi dengan cara ini secara umum diuraikan menjadi tiga yaitu :

a. Metode Tiosianat

Besi (II) dioksidasi terlebih dahulu menjadi besi (III) dengan menggunakan kalium permanganate dan dengan penambahan tiosianat dalam suasana asam nitrat akan menghasilkan senyawa berwarna merah tua dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 480 nm.

b. Metode 1,10 – ortofenantrolin

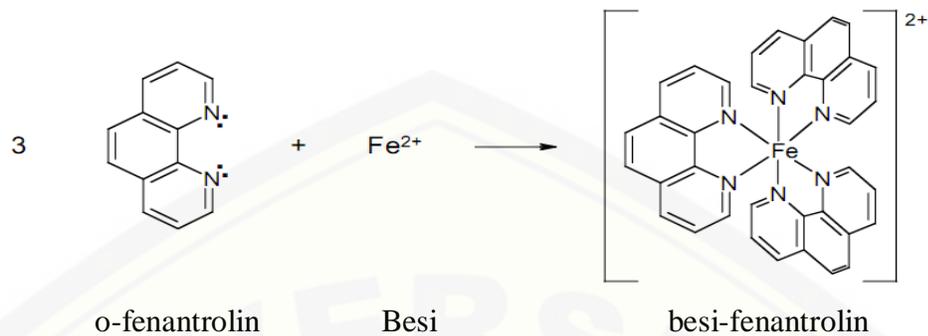
Besi (III) direduksi menjadi besi (II) dalam suasana asam dan dengan penambahan hidrosilamin klorida dan adanya 1,10 – ortofenantrolin serta buffer asetat akan terbentuk kompleks berwarna merah orange yang diukur absorbansinya pada panjang gelombang 510 nm.

c. Metode Tioglikolat

Besi (III) dengan penambahan asam tioglikolat, ammonium sitrat dan ammonium hidroksida akan membentuk kompleks warna ungu – merah dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 535 nm (Bassett, 1994).

Pengukuran menggunakan spektrofotometri, larutan harus berwarna. Apabila larutan tidak berwarna maka larutan harus direaksikan terlebih dahulu. Besi Fe^{2+} mudah membentuk kompleks dengan fenantrolin dan sangat stabil pada pH 2 – 9 (Rose dalam Istikasari, 2001).

Besi dalam bentuk Fe^{2+} bereaksi dengan o-fenantrolin (1,10-fenantrolin) yang berwarna merah dengan membentuk kompleks $[\text{Fe}(\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{N}_2)_3]^{2+}$ dalam larutan yang sedikit asam dengan reaksi sebagai berikut:



(Basset, 1994).

Spektrofotometer terdiri dari alat spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu sedangkan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi. Sehingga spektrofotometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan, ataupun diemisikan sebagai fungsi panjang gelombang (Khopkar, 2003).

Aplikasi spektrofotometri digunakan unrttuk menentukan suatu kandungan zat dengan menggunakan hukum Lambert-Beer yaitu :

$$A = abc_{g/L} \text{ atau } A = ebc_{mol/L}$$

Dimana A = absorbansi

a = absorptivitas

e = absorptivitas molar

b = tebal sel larutan

c = konsentrasi (Underwood,1998)

Spektrofotometri UV-Vis merupakan salah satu teknik analisis spektroskopi yang memakai sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (190-380) dan sinar tampak (380-780) dengan memakai instrumen spektrofotometer. Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif ketimbang kualitatif (Mulja dan Suharman, 1995).

Prinsip dasar spektrofotometri UV-Vis adalah jika suatu materi dikenai radiasi dengan gelombang elektromagnetik, maka radiasi itu sebagian akan diserap dan sebagian lagi diteruskan. Penyerapan radiasi gelombang elektromagnetik pada cahaya *visible* atau *ultraviolet* oleh suatu molekul materi, menyebabkan terjadinya transisi eksitasi elektron tersebut dari tingkat energi dasar (*ground stated*) ke tingkat energi yang lebih tinggi (*excited stated*) (Hendayana, 1994).

Komponen-komponen pokok yang terdapat pada spektrofotometer yaitu:

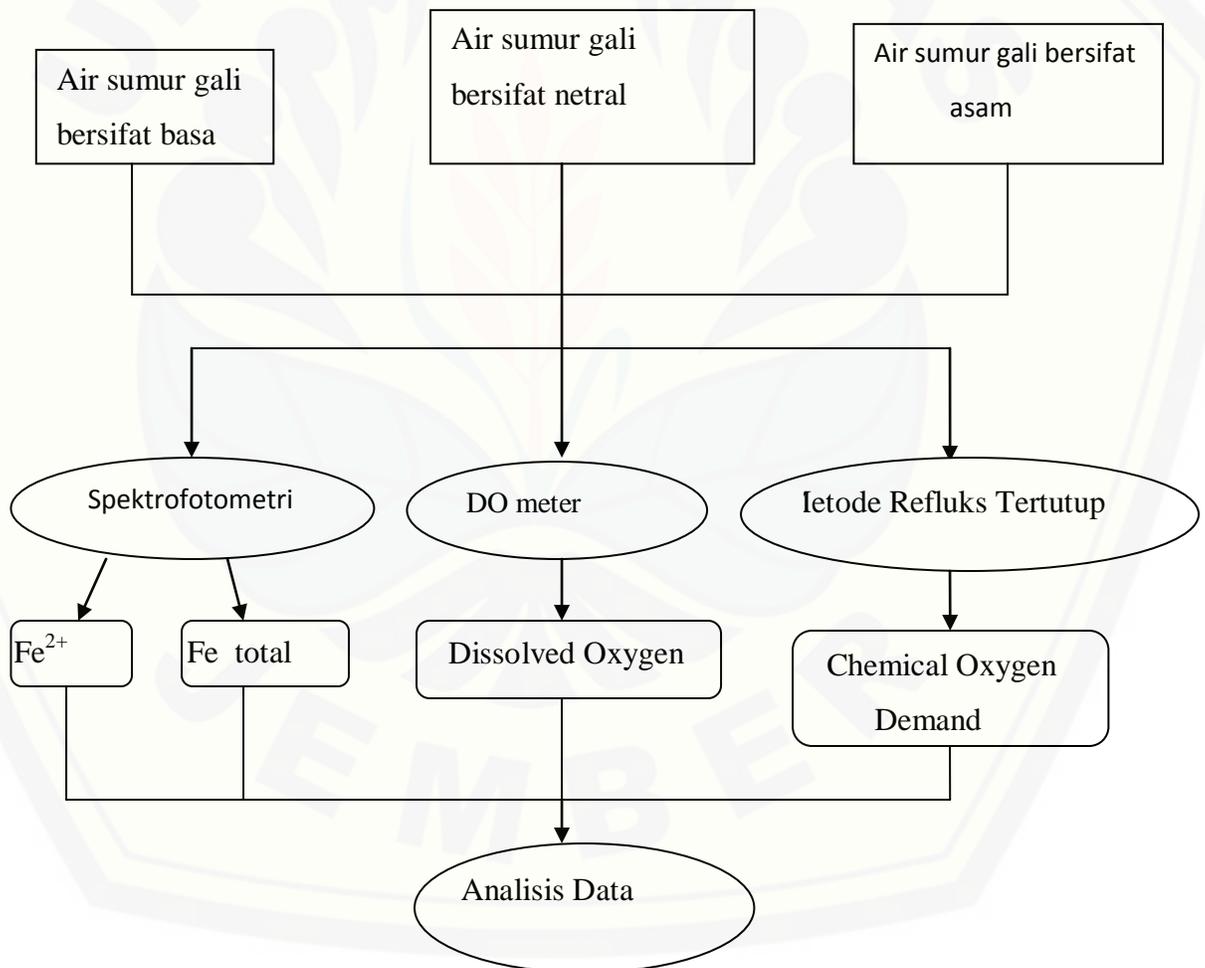
1. Sumber tenaga radiasi yang stabil, sumber yang biasa digunakan adalah lampu wolfram.
2. Monokromator untuk memperoleh sumber sinar yang monokromatis.
3. Sel absorpsi, pada pengukuran di daerah visibel menggunakan kuvet kaca atau kuvet kaca *corex*, tetapi untuk pengukuran pada UV menggunakan sel kuarsa karena gelas tidak tembus cahaya pada daerah ini.
4. Detektor radiasi yang dihubungkan dengan sistem meter atau pencatat. Peranan detektor penerima adalah memberikan respon terhadap cahaya pada berbagai panjang gelombang (Khopkar, 2003).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember mulai bulan Juni sampai bulan Oktober 2014. Sampel diambil di daerah Summersari, Puger dan Kencong.

3.2 Diagram Alir Penelitian



3.3 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah erlenmeyer 250 mL, buret, labu ukur (50 mL, 100 mL, 1000 mL), pipet volume (15 mL, 20 mL), pipet mohr (1 mL, 5 mL dan 10 mL), erlenmeyer, beaker glass, pipet tetes, botol semprot, magnetic stirrer, ball pipet, DO meter, 1 set alat spektrofotometer Uv-Vis (tipe UV756CRT), dan neraca digital (OHAUS, ketelitian 10^{-4} gram).

3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air sumur gali (kondisi asam, basa dan netral), larutan pereaksi asam sulfat, larutan baku kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) 0,25 N, larutan asam sulfat-perak sulfat, larutan indikator ferroin, larutan baku Ferro Ammonium Sulfat (FAS) 0,1 N, serbuk $HgSO_4$, batu didih, larutan hidrosilamin 10% (Merck), larutan fenantrolin 0,1% (Merck), $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$, $H_2SO_{4(pa)}$ 95% (Merck), CH_3COOH 0,1M 99,8% (Merck), CH_3COONa 0,1M (Merck).

3.4.3 Preparasi Bahan

a Larutan Pereaksi Asam Sulfat-Perak Sulfat

Dilarutkan 2,53 g serbuk atau Kristal Ag_2SO_4 ke dalam 250 mL H_2SO_4 pekat dan dibiarkan selama 1-2 hari hingga larut.

b Larutan Baku Kalium Dikromat ($K_2Cr_2O_7$) 0,25 N

Melarutkan 12,259 g $K_2Cr_2O_7$ yang sudah dikeringkan pada suhu $150^\circ C$ selama 2 jam ke dalam 1000 mL aquades.

c Larutan Indikator Feroin

Dilarutkan 1,485 g 10-fenantrolin monohidrat dan 0,695 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dalam aquades dan diencerkan sampai 100 mL.

d Larutan Baku Ferro Ammonium Sulfat (FAS) 0,1 N

Dilarutkan 9,7 g $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dalam aquades 100 mL, ditambahkan 5 mL H_2SO_4 pekat. Didingankan lalu dimasukkan dalam labu ukur 250 mL lalu ditambah aquades sampai tanda batas.

e Larutan Baku Fe(II) 200ppm

Larutan baku besi 200ppm dibuat dengan mencampurkan 2 mL H_2SO_4 dengan 50 mL aquades dan melarutkan padatan $\text{Fe}(\text{NH}_4\text{OH})_2\text{SO}_4$ sebanyak 1,4 gram ke dalamnya. Selanjutnya diencerkan dengan aquades menjadi 1000 mL (Eaton *et al*, 1995).

f Larutan Hidroksilamin 10%

Larutan hidroksilamin 10% dibuat dengan melarutkan 10 gram padatan Hidroksilamin ke dalam labu ukur 100 mL, diaduk hingga homogen dan ditambahkan aquades hingga tanda batas. Larutan hidroksilamin dibuat untuk mereduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} (Eaton *et al*, 1995).

g Larutan Buffer Asetat pH 4

Larutan Buffer Asetat dibuat dengan melarutkan 1,394 gram CH_3COONa ke dalam 1000 mL CH_3COOH (Mulyono, 2006).

h Larutan 1,10-phenantrolin 0,1%

Larutan 1,10-fenantrolin 0,1% dibuat dengan 1 gram fenantrolin monohidrat $C_{12}H_8N_2 \cdot H_2O$ dalam 1000 mL aquades (Eaton *et al*, 1995).

i Larutan Standar Fe

Larutan standart besi dibuat dengan mengencerkan 2,5 mL larutan baku besi (II) 200ppm dengan aquades sampai 100 mL sehingga didapat larutan standart besi 5ppm. Larutan standart besi 5ppm dipipet 1; 2; 3; 4 dan 5 mL di masukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas, kemudian masing – masing ditambahkan 1 mL hidrosilamin, buffer asetat 5 mL dan 2 ml 1,10-fenantrolin 0,1% sehingga didapatkan larutan standart besi 0,1ppm, 0,2ppm, 0,3ppm, 0,4ppm dan 0,5 ppm dan diamkan selama 10 menit (Eaton *et al*, 1995).

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Teknik Sampling

Sampel diambil dari air sumur gali sebanyak 10 L yang berada di tiga lokasi yang berbeda, yaitu sebagai berikut:

- Air sumur bersifat netral, dengan karakter air sumur pemukiman penduduk perkotaan, titik lokasi dengan kode K1, K2, dan K3 yang diambil di Kelurahan Kaliurang-Jember dengan kondisi lapangan masing masing titik seperti dalam lampiran A.1
- Air sumur bersifat basa, dengan karakter air sumur pemukiman penduduk dekat gunung gamping, titik lokasi dengan kode G1, G2 dan G3 yang diambil di Desa Grenden kecamatan Puger-Jember dengan kondisi lapangan masing – masing titik seperti dalam lampiran A.2
- Air sumur bersifat asam, dengan karakter air sumur pemukiman penduduk desa dekat dengan rawa dan persawahan, titik lokasi dengan kode D1, D2, dan D3

yang diambil di Desa Jatisari Kecamatan Kencong-Jember dengan kondisi lapangan masing-masing titik seperti dalam lampiran A.3

Dengan tiap lokasi diambil tiga titik yang dianggap memiliki kadar pH yang ekstrim, lokasi pengambilan sampel diambil dengan pertimbangan lokasi memiliki pH dan kadar besi yang berbeda-beda sebagai pengaruh dari faktor lokasi dan pencemarannya. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara menimba dan ditampung dalam suatu bak yang kemudian diukur kadar pH selanjutnya diambil dan dimasukkan ke dalam botol untuk dilakukan analisa Fe^{2+} dan Fe total serta uji DO dan COD. Preparasi sampel dilakukan saat akan melakukan pengukuran. Pengukuran dilakukan dengan tiga kali pengulangan.

3.4.2 Penentuan DO Sampel Air Sumur dengan DO meter

Pengukuran DO dilakukan dengan cara DO meter dikalibrasi terlebih dahulu dengan aquades atau sesuai dengan instruksi kerja alat DO meter. Sampel sebanyak 25 mL di masukkan dalam beaker glass 50 mL, kemudian di masukkan DO meter yang telah dikalibrasi dan ditekan tombol O_2 . Selanjutnya dicatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari DO meter (dalam satuan mg/L).

3.4.3 Penentuan COD Sampel Air Sumur dengan metode Refluks Tertutup

Penentuan COD dengan cara memipet 5 mL larutan sampel, kemudian di masukkan ke dalam labu ukur 250 mL. Setelah itu dilakukan penambahan 1 gram Hg_2SO_4 , 1 mL $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,25 N, 3 mL reagen yang berisi campuran Ag_2SO_4 dan H_2SO_4 , kemudian mulut labu ukur ditutup, dikocok sampai homogen. Selanjutnya labu ukur beserta isinya di refluks pada temperatur 148°C , kemudian membiarkannya selama 2 jam. Setelah 2 jam sampel dituangkan ke dalam erlenmeyer dan labu ukur dibilas dengan aquades. Kemudian larutan tersebut ditambahkan indikator ferroin dan dilakukan titrasi dengan Ferro Ammonium Sulfat (FAS) 0,1 N (Alaerts, 1984).

Penentuan kadar COD rumus :

$$\text{COD (mg/L)} = \frac{(A-B)(N)(\text{BeO}_2)(1000)}{V \text{ sampel}}$$

Dimana: A = volume larutan FAS untuk blanko (mL)

B = volume larutan FAS untuk contoh (mL)

N = normalitas larutan FAS (0,1 N)

BeO₂ = 8 (Dwinanto, 2009).

3.4.4 Penentuan Besi dengan metode 1,10-ortofenantrolin Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

a Penentuan Panjang Gelombang Maksimum ($\lambda_{\text{maksimal}}$)

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan untuk mendapatkan hasil yang maksimum dalam pengukuran kadar besi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, maka konsentrasi larutan yang akan diukur harus konstan. Larutan standart besi (II) 2 ppm diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri UV-Vis dalam rentang panjang gelombang 400-700 nm dengan interval panjang gelombang 10 nm dan 2 nm. Panjang gelombang maksimum dipilih pada absorbansi yang paling besar.

b Pembuatan Kurva Kalibrasi

Kurva kalibrasi diperoleh dengan cara mengukur absorbansi dari larutan standart yang sudah dibuat dari konsentrasi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 ppm secara berurutan. Larutan blanko yaitu aquades juga diukur absorbansinya. Panjang gelombang yang digunakan yaitu panjang gelombang maksimum yang di dapat dari pengukuran sebelumnya. Setelah itu dicatat hasil pengukuran serta kuva hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi larutan sehingga di dapat persamaan $y = mx+c$.

c Penentuan Fe²⁺ Sampel Air Sumur dengan Spektrofotometri UV-Vis

Besi (II) dalam air sumur dapat ditentukan dengan memasukkan 25 mL sampel ke dalam labu ukur 50 ml lalu ditambah buffer 5 mL, 2 mL fenantrolin 0,1% dan diencerkan sampai tanda batas. Kemudian dibaca absorbansinya pada panjang

gelombang maksimum(Christian, 1977). Langkah ini dilakukan pada masing-masing sampel air sumur sebanyak tiga kali pengulangan.

d Penentuan Fe total Sampel Air Sumur dengan Spektrofotometri UV-Vis

Besi total dalam air sumur dapat ditentukan dengan cara sampel sebanyak 25 mL dimasukkan ke dalam beaker glass dan ditambah dengan 1 mL larutan hidroksilamin 10%, kemudian dipanaskan dan diaduk hingga volume tersisa 10 mL. Dinginkan pada suhu kamar dan dipindahkan ke dalam labu ukur 50 ml, lalu ditambahkan 2 mL fenantrolin 0,1% dan 5 mL buffer asetat secara berurutan. Aduk kuat-kuat kemudian ditambahkan aquades hingga mencapai tanda batas dan didiamkan selama 10 menit hingga warna stabil dan dibaca absorbansinya pada panjang gelombang maksimum (Christian, 1977). Hal ini dilakukan pada masing-masing sampel air sumur sebanyak tiga kali pengulangan

3.4.5 Analisis Data

Data yang didapat dari hasil absorbansi dalam pengukuran Fe(II) dan Fe total dibuat kurva kalibrasi antara konsentrasi larutan dengan nilai absorbansinya sehingga didapat persamaan $y = mx + c$, dimana y adalah absorbansi dan x adalah kadar Fe^{2+} dan Fe_{total} . Analisis data hubungan antara nilai Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Kimia (COD) dengan kadar Fe (II) dan Fe total dengan membuat grafik perbandingan antara nilai DO dengan Fe (II) dan Fe total dan grafik perbandingan antara kadar COD dengan jumlah Fe (II) dan Fe total. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh nilai oksigen terlarut dan kebutuhan oksigen kimia terhadap kandungan Fe (II) dan Fe total. Dilakukan perhitungan koefisien korelasi antara parameter dengan kadar besi. Nilai koefisien korelasi (r) yaitu antara $-1 \leq r \leq 1$, dapat diartikan sebagai berikut :

- Jika nilai r mendekati 1, maka memiliki hubungan antar variabel yang sangat kuat dan positif.
- Jika nilai r mendekati -1, maka memiliki hubungan antar variabel yang sangat kuat dan negatif.

- Jika nilai r mendekati 0, maka memiliki hubungan antar variabel yang sangat lemah bahkan tidak mempunyai hubungan antar variabel yang diteliti.

Koefisien korelasi dihitung dengan menggunakan rumus :

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

Koefisien korelasi positif artinya, jika nilai x atau variabel bebas meningkat, maka nilai y atau variabel terikat juga akan meningkat. Koefisien korelasi negatif artinya, jika nilai x naik, maka nilai y turun (Riduwan, 2008).

Hipotesa dari penelitian yaitu semakin besar nilai DO maka kadar Fe^{2+} dan Fe_{total} semakin kecil, sedangkan semakin besar nilai COD maka kadar Fe^{2+} dan Fe_{total} semakin besar pula.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Teknik Sampling

Pengambilan sampel air sumur dilakukan pada pagi hari dan setiap sampel air diambil sebanyak 3 botol berisi 500 mL untuk tiga kali pengulangan. Sampel air sumur diambil sebanyak 9 titik dari tiga lokasi berbeda dimana setiap lokasi diambil 3 titik. Ketiga karakter dari tiga lokasi tersebut sesuai dengan yang tertera di Lampiran A.

4.2 Penentuan DO

Penentuan nilai DO dari sampel dilakukan di setiap lokasi dengan menggunakan DO meter, dimana setiap satu titik diukur dengan tiga pengulangan. Data nilai DO masing-masing sampel ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data DO Sampel Air Sumur dengan Menggunakan DO meter

Sampel	Pengulangan (mg/L)				Keterangan
	I	II	III	Rata - rata	
K.1	8,4	8,3	8,4	8,37	Sumpersari
K.2	8,3	8,2	8,2	8,23	
K.3	8,0	8,0	8,0	8,00	
G.1	8,8	8,7	8,8	8,77	Puger
G.2	8,5	8,6	8,4	8,50	
G.3	8,4	8,3	8,4	8,36	
D.1	5,6	5,7	5,7	5,67	Jatisari, Kencong
D.2	5,8	5,8	5,8	5,80	
D.3	6,1	6,1	6,1	6,10	

Faktor yang mempengaruhi kelarutan oksigen dalam air salah satunya derajat keasaman air. Berdasarkan Tabel 4.1, dilihat bahwa Oksigen yang terlarut dalam air di daerah Summersari yaitu 8,00-8,37 mg/L dengan rata-rata 8,2 mg/L. Dari ketiga sumur tersebut, sumur ketiga memiliki nilai DO lebih kecil yaitu 8,0 mg/L karena kondisi sumur tertutup dibandingkan dengan kedua sumur yang lain yang terbuka sehingga intensitas cahaya yang masuk kurang maka oksigen hasil dari proses fotosintesis juga sedikit. Oksigen yang terlarut dalam air di daerah pemukiman Puger yang dekat gunung gamping yang memiliki pH besar dan bersifat basa yaitu 8,37-8,77 mg/L dengan rata-rata 8,55 mg/L. pada sumur ketiga rata-rata sebesar 8,37 mg/L lebih kecil dibandingkan dengan sumur lainnya karena pada sumur ketiga jarak dengan pengolahan batu gamping lebih jauh dan sumur berdekatan dengan peternakan sapi. Sedangkan pada daerah ketiga, daerah Kencong yaitu pemukiman penduduk pedesaan yang berdekatan dengan persawahan dan rawa yang air cenderung asam memiliki oksigen yang terlarut di dalam air yaitu 5,67-6,1 dengan rata-rata 5,86 mg/L. Oksigen terlarut paling kecil pada sumur pertama dengan rata-rata 5,67 mg/L, karena airnya berwarna kuning dan berbau serta di ketahui pH tanah dibawah 7 atau bersifat asam yang dapat melarutkan besi membentuk ion ferro dan ferri dimana ion ferri akan mengendap sehingga mengakibatkan air menjadi kuning. Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 ambang batas DO pada badan air yaitu 6 ppm. Dilihat dari masing-masing daerah, di daerah Summersari dan Puger sumur ketiganya masih dalam ambang batas DO karena lebih dari 6 ppm. Sedangkan di daerah Kencong, sumur pertama dan kedua kurang dari ambang batas yang ditentukan sehingga tidak layak digunakan tetapi pada sumur ketiga masih dalam ambang batas yaitu dengan rata-rata 6,1 ppm.

4.3 Penentuan COD

COD atau kebutuhan oksigen kimia (KOK) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter sampel air, dimana pengoksidanya adalah $K_2Cr_2O_7$ atau $KMnO_4$. Angka COD merupakan

ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Penentuan nilai COD ini pengoksidasinya menggunakan $K_2Cr_2O_7$ dalam keadaan asam yang mendidih optimum. Banyaknya zat kimia yang bereaksi sebanding dengan banyaknya kalium dikromat yang dibutuhkan dalam reaksi. Kalium dikromat dibutuhkan dalam reaksi sama dengan selisih kalium dikromat yang ditambahkan dengan kalium dikromat sisa hasil reaksi yang dapat dihitung dari FAS yang dibutuhkan dalam titrasi. Data hasil FAS yang dibutuhkan dalam titrasi dapat dilihat pada Lampiran B. Dari data FAS yang dibutuhkan dalam titrasi dapat dihitung kadar COD dengan rumus:

$$COD \text{ (mg/L)} = \frac{(A-B)(N)(BeO_2)(1000)}{V \text{ sampel}}$$

Dimana A = volume larutan FAS untuk blanko (mL)

B = volume larutan FAS untuk sampel (mL)

N = normalitas larutan FAS (0,1 N)

$BeO_2 = 8$ (Dwinanto, 2009)

Kadar COD pada sampel air sumur gali dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Data COD Sampel Air Sumur dengan Menggunakan Metode Refluks Tertutup

Sampel	Pengulangan (mg/L)				Keterangan
	I	II	III	Rata - rata	
K.1	16	8	8	10,6	Sumbersari
K.2	16	8	16	13,3	
K.3	24	16	16	18,6	
G.1	24	24	16	21,3	Puger
G.2	24	24	24	24	
G.3	24	32	24	26,6	
D.1	48	48	40	45,3	Jatisari, Kencong
D.2	40	40	32	37,3	
D.3	32	32	24	29,3	

Berdasarkan lampiran B, data yang diperoleh sampel di daerah perkotaan Sumpersari K1, K2 dan K3 jumlah FAS yg dibutuhkan relatif besar dibandingkan di daerah Puger dan Kencong yang berarti jumlah kalium dikromat yang tersisa besar maka kalium dikromat yang bereaksi kecil sehingga kadar COD dalam air sumur kecil maka kemungkinan zat kimia yang terlarut dalam sampel air sumur relatif kecil. Sebaliknya sampel di daerah Kencong D1, D2 dan D3 jumlah FAS yang dibutuhkan lebih kecil dibanding dengan daerah yang lain, yang artinya kalium dikromat yang tersisa setelah di refluks kecil maka kalium dikromat yang bereaksi saat di refluks besar yang sebanding dengan nilai COD.

Keberadaan COD di dalam air dipengaruhi oleh adanya limbah organik. Air sumur di daerah Sumpersari nilai COD sebesar 10,6-18,6 mg/L, dimana pada sumur ketiga (K3) COD lebih besar dibandingkan dengan kedua sumur yang lainnya. Hal ini karena sumur ketiga banyak digunakan untuk mencuci baju dan limbah domestiknya tidak di semen sehingga air sisa detergen meresap ke dalam tanah dan merembes dalam air sumur mengakibatkan zat kimia yang terlarut dalam air lebih besar. Air sumur di daerah Puger nilai COD 21,3-26,6 mg/L, pada sumur ketiga (G3) nilai COD lebih besar dibandingkan dengan sumur lainnya yaitu 26,6 mg/L. Hal ini karena jarak dengan pertambangan batu kapur lebih jauh dan air sumur berdekatan langsung dengan peternakan sapi mengakibatkan derajat keasaman semakin kecil serta memiliki tempat pembuangan air yang tidak di semen sehingga air limbah rumah tangga langsung meresap ke dalam air tanah dan merembes ke dalam air sumur. Sedangkan di daerah Kencong COD rata-rata 29,3-45,3 mg/L, dimana COD terbesar pada air sumur pertama yaitu 45,3 mg/L yang berdekatan dengan persawahan dan rawa serta peternakan yang memungkinkan terjadinya rembesan air dari persawahan dan rawa serta limbah peternakan yang mengandung zat kimia yang terdapat dari pupuk dan makanan ternak. Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 Baku mutu badan air, air dianggap bersih jika tidak melebihi ambang batas untuk COD yaitu 10 mg/L. Air sumur di daerah Sumpersari pada sumur pertama masih dalam ambang batas air bersih dibandingkan dengan kedua sumur lainnya. Sedangkan pada

ketiga air sumur di daerah Puger dan Kencong melebihi ambang batas air bersih, sebaiknya tidak untuk di konsumsi.

4.4 Penentuan Kadar Besi dalam Sampel Air Sumur

Berdasarkan kurva kalibrasi pada Lampiran D pada panjang gelombang 510 nm didapatkan persamaan $y=0,201x+0,003$ yang dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi Fe^{2+} . Penentuan Fe_{total} dapat diketahui, sampel ditambahkan dengan hidroksilamin yang dapat mereduksi Fe^{3+} membentuk Fe^{2+} sehingga absorbansi yang dihasilkan merupakan absorbansi Fe^{2+} yang dapat dihitung konsentrasinya dengan mensubstitusikannya ke dalam persamaan yang di dapat pada pengukuran larutan standart. Konsentrasi Fe^{2+} tersebut merupakan konsentrasi Fe_{total} karena Fe^{3+} telah tereduksi membentuk Fe^{2+} . Penentuan Fe^{3+} diperoleh dari selisih Fe_{total} dengan Fe^{2+} . Hasil perhitungan kadar besi dapat dilihat pada Lampiran E.1 untuk perhitungan konsentrasi Fe^{2+} dan E.2 untuk perhitungan konsentrasi Fe_{total} . Data konsentrasi masing – masing sampel ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Konsentrasi Fe^{2+} , Fe^{3+} dan Fe total dalam Sampel dengan Metode Fenantrolin

Sampel	Fe^{2+} (ppm)	Fe^{3+} (ppm)	Fe_{total} (ppm)
K.1	0,328	0,458	0,786
K.2	0,368	0,150	0,518
K.3	0,378	0,162	0,540
G.1	0,376	0,038	0,414
G.2	0,378	0,116	0,494
G.3	0,378	0,256	0,634
D.1	0,620	0,282	0,902
D.2	0,464	0,262	0,726
D.3	0,396	0,078	0,474

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dilihat sampel di daerah Sumbersari Fe_{total} pada sumur pertama (K1) yaitu 0,786 lebih besar dibandingkan dengan kedua sumur yang lain, hal ini karena air sumur pada sumur pertama terdapat pipa besi yang

kemungkinan pipa besi mengalami korosi dan larut dalam air. Sedangkan pada sumur kedua dan ketiga perbedaannya tidak terlalu jauh tetapi pada sumur ketiga (K3) lebih besar dibandingkan sumur kedua (K2) karena pada sumur kedua berdekatan dengan saluran pembuangan limbah yang banyak digunakan untuk mencuci baju sehingga air lebih basa maka besi yang larut dalam air lebih sedikit. Konsentrasi Fe_{total} di daerah Puger 0,414-0,634, pada sumur pertama (G1) Fe_{total} 0,414 ppm karena letak sumur dengan pertambangan batu kapur lebih dekat sehingga mengakibatkan air tanah bersifat basa maka kelarutan besi dalam air semakin kecil. Sedangkan pada sumur kedua dan ketiga jarak dengan pertambangan batu kapur semakin jauh sehingga derajat keasaman air tanah semakin kecil maka kelarutan besi semakin besar mengakibatkan konsentrasi Fe_{total} semakin besar pula. Konsentrasi Fe_{total} di daerah Kencong pada sumur pertama (D1) lebih besar dibandingkan dengan kedua sumur lainnya yaitu 0,902 mg/L karena letak sumur pertama lebih dekat dengan persawahan dan rawa serta adanya peternakan. Sedangkan pada sumur kedua dan ketiga (D2,D3) jarak dengan persawahan dan rawa lebih jauh dibandingkan dengan yang sumur yang pertama (D1). Besarnya konsentrasi ini diakibatkan oleh air sumur yang mendapatkan rembesan air dari tanah persawahan yang mengandung pupuk di sekitar air sumur tersebut sehingga mengakibatkan kelarutan oksigen dalam air kecil. Selain itu air memiliki pH rendah di bawah 7 sehingga dapat melarutkan besi membentuk ion ferro dan ferri, dimana ion ferri tidak larut dalam air melainkan mengendap sehingga mengakibatkan air sumur menjadi berwarna cokelat kekuningan dan berbau.

Konsentrasi Fe^{2+} di daerah Sumbersari dan Puger rata-rata lebih stabil dibandingkan dengan konsentrasi Fe^{3+} , hal ini dikarenakan Fe^{2+} di dalam air belum teroksidasi membentuk Fe^{3+} karena pengambilan sampel benar-benar tertutup sehingga udara yang masuk relatif sedikit.

Menurut Peraturan Menteri No. 907 Tahun 2002 mengenai persyaratan kualitas air bersih dilihat dari kandungan kimianya untuk kadar maksimum Fe yang diperbolehkan adalah 0,3 mg/L untuk air minum dan 1,0 mg/L untuk air bersih,

sehingga sampel air sumur gali pada sampel masih di perbolehkan untuk di gunakan aktifitas sehari-hari tetapi harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

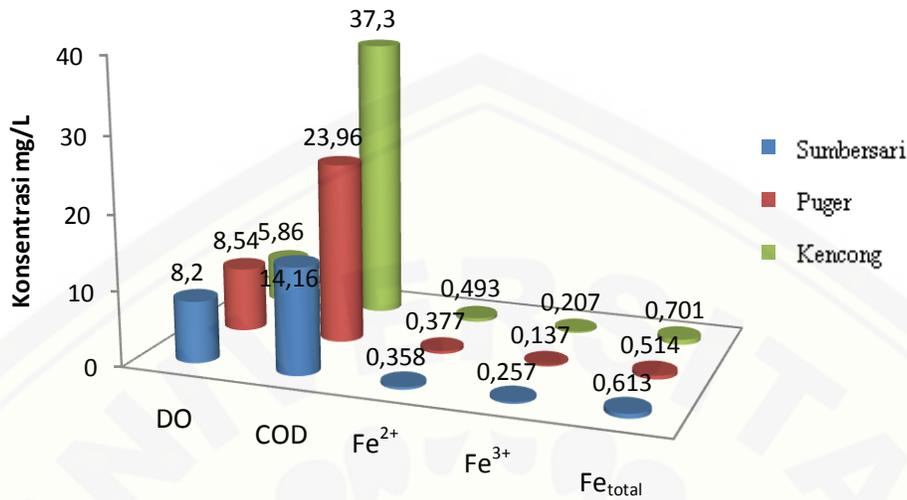
4.5 Profil Lokasi

Penentuan DO, COD, Fe^{2+} , Fe^{3+} dan Fe_{total} masing-masing lokasi dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Data Parameter dengan Kadar Besi di Setiap Lokasi

Lokasi	DO (Mg/L)	COD (Mg/L)	Fe^{2+} (ppm)	Fe^{3+} (ppm)	Fe_{total} (ppm)
Sumbersari	8,20	14,16	0,358	0,257	0,613
Puger	8,54	23,96	0,377	0,137	0,514
Kencong	5,86	37,3	0,493	0,207	0,701

Dari Tabel 4.4 dapat dibuat diagram batang profil masing-masing lokasi yang terdapat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Profil masing-masing lokasi

Dilihat dari masing-masing lokasi yang terdapat pada Gambar 4.1 di daerah Sumbersari konsentrasi Fe²⁺ 0,358 mg/L lebih kecil dibandingkan kedua daerah lain seiring dengan kadar COD sebesar 14,16 mg/L yang juga lebih kecil dibandingkan dengan kedua daerah yang lain maka oksigen yang terlarut dalam air cukup tinggi sebesar 8,2 mg/L. Hal ini terjadi karena sumur di daerah Sumbersari yang termasuk pemukiman penduduk perkotaan yang jauh dari persawahan dan industri sehingga derajat keasaman air tanah di Sumbersari cenderung netral. Tetapi Fe_{total} lebih besar dibandingkan daerah Puger karena kadar Fe_{total} dipengaruhi juga oleh kadar Fe³⁺, dimana kadar Fe³⁺ di daerah Sumbersari paling besar dibandingkan dengan kedua daerah lain. Hal ini dikarenakan sumur di daerah Sumbersari dangkal, banyak Fe²⁺ teroksidasi membentuk Fe³⁺.

Daerah Puger konsentrasi Fe²⁺ 0,377 lebih besar dibandingkan dengan daerah Sumbersari yang seiring dengan kadar COD lebih besar pula dibandingkan daerah Sumbersari. Meskipun pH cenderung basa yang kelarutan besinya kurang tetapi sumur daerah Puger lebih dalam dibandingkan Sumbersari sehingga kelarutan Fe²⁺ lebih besar tetapi kandungan besi keseluruhan lebih kecil dibandingkan Sumbersari. Sedangkan untuk kadar COD lebih besar, selain besi yang terlarut dalam air sumur

terdapat zat lainnya yang terlarut misalnya zat organik yang terkandung dalam air tanah. Letak sumur yang berdekatan dengan kandang sapi dan persawahan sehingga memungkinkan zak organik limbah dari rumah tangga, pupuk tanaman dan kandang sapi sehingga memungkinkan kadar COD besar. Tetapi nilai DO lebih besar dibandingkan dengan Summersari. Hal ini karena air sumur daerah Puger lebih jernih dibandingkan daerah Summersari sehingga cahaya yang masuk ke dalam sumur tidak terhalangi oleh benda mengakibatkan proses fotosintesis tidak terhambat dan oksigen hasil dari proses fotosintesis lebih besar dibandingkan daerah Summersari. Fe_{total} air sumur daerah Puger lebih kecil dibandingkan daerah yang lain karena kadar Fe_{total} dipengaruhi oleh kadar Fe^{3+} , dimana kadar Fe^{3+} lebih kecil dibandingkan daerah lain.

Daerah Kencong konsentrasi Fe^{2+} paling besar dibandingkan daerah yang lain seiring dengan nilai kadar COD juga paling besar dibandingkan daerah lain. Hal ini karena air tanah di daerah Kencong CO_2 banyak, tanah lebih asam atau pH dibawah 7 dan terbentuk suasana anaerob sehingga besi mudah larut dalam air selain itu letak sumur yang berdekatan dengan persawahan dan peternakan yang kemungkinan air merembes ke dalam air sumur maka kadar COD juga ikut naik sejajar dengan konsentrasi Fe^{2+} . Kadar DO lebih kecil rata-rata 5,86 mg/L dibandingkan daerah yang lain, karena oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik besar maka kadar DO yang terlarut dalam air kecil. Konsentrasi Fe_{total} juga semakin besar tetapi konsentrasi Fe_{3+} lebih kecil dibandingkan daerah Summersari.

4.6 Korelasi antara Fe^{2+} dang Fe total dengan DO dan COD

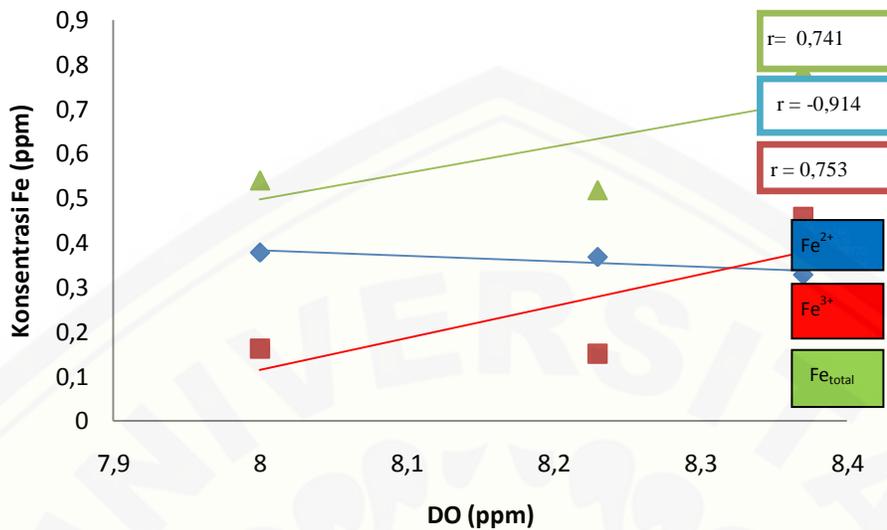
Keberadaan besi diduga berhubungan dengan parameter lainnya seperti DO dan COD. Hubungan ini dinyatakan sebagai korelasi, yaitu angka yang menunjukkan arah dan kuatnya hubungan antara dua variabel. Menurut Walpole (1995:370) analisis korelasi mencoba mengukur kekuatan hubungan antara dua peubah demikian melalui sebuah bilangan yang disebut koefisien korelasi. Kekuatan hubungan antara dua peubah ini dinyatakan dalam lima kriteria, yaitu sangat lemah, lemah, cukup, kuat dan sangat kuat (Riduwan,2003).

Berikut data hasil penelitian secara keseluruhan, dari data berikut dapat dibuat korelasi antara kedua parameter yaitu DO dan COD dengan konsentrasi Fe^{2+} dan Fe total dari setiap daerah lokasi sumur gali.

Tabel 4.5 Data Konsentrasi DO, COD, Fe^{2+} , Fe^{3+} dan Fe total

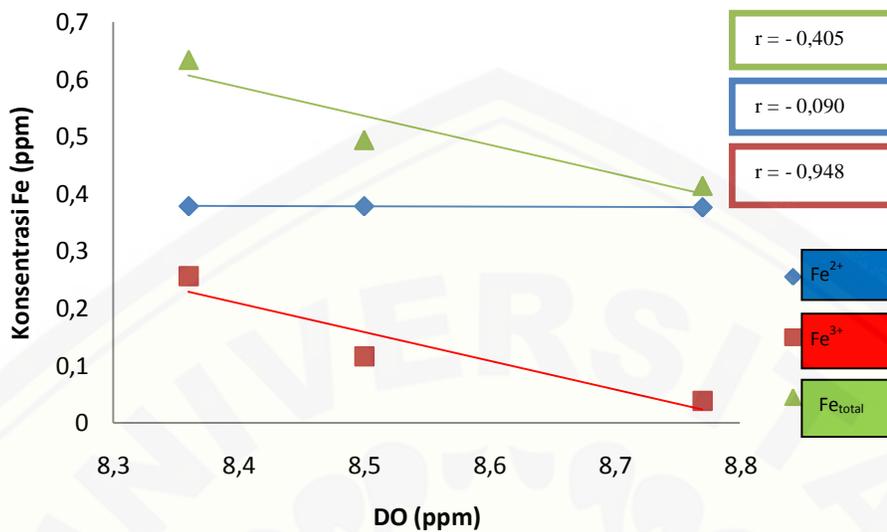
No.	Lokasi	DO mg/L	COD mg/L	$[\text{Fe}^{2+}]$ ppm	$[\text{Fe}^{3+}]$ ppm	$[\text{Fe}_{\text{total}}]$ ppm
1.	K.1	8,37	10,6	0,328	0,458	0,786
	K.2	8,23	13,3	0,368	0,150	0,518
	K.3	8,00	18,6	0,378	0,162	0,540
2.	G.1	8,77	21,3	0,376	0,038	0,414
	G.2	8,50	24,0	0,378	0,116	0,494
	G.3	8,36	26,6	0,378	0,256	0,634
3.	D.1	5,67	45,3	0,620	0,282	0,902
	D.2	5,80	37,3	0,464	0,262	0,726
	D.3	6,10	29,3	0,396	0,078	0,474

Apabila dilihat dari korelasi di setiap lokasi, hasil untuk koefisien korelasi antara DO dengan Fe_{total} , Fe^{2+} dan Fe^{3+} di daerah Sumbersari dengan data dan perhitungan di Lampiran F.1 dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



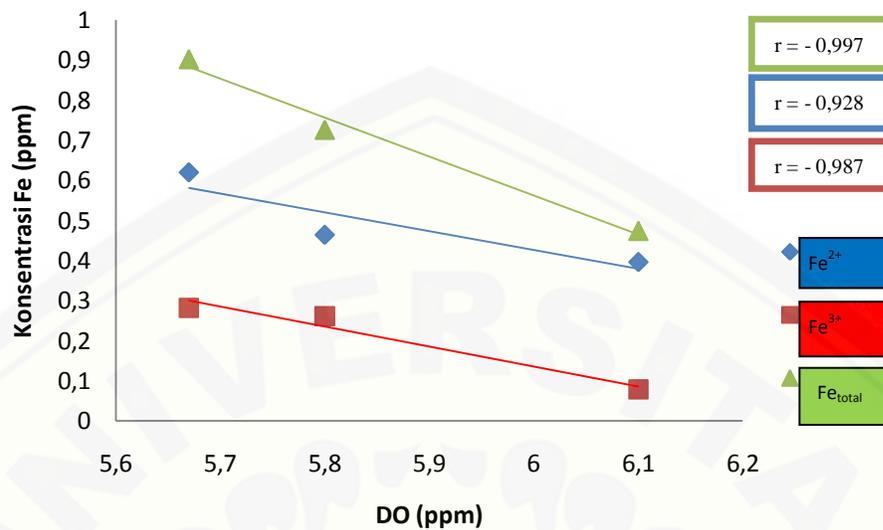
Gambar 4.2 Korelasi Oksigen Terlarut dengan Fe²⁺, Fe³⁺ dan Fe total di Sumbersari

Berdasarkan Gambar 4.2 terjadi korelasi yang sangat kuat antara DO dengan Fe²⁺ yang terlihat dari nilai r yaitu 0,914 dimana bernilai negatif dan berlawanan. Korelasi dianggap sangat kuat sesuai dengan perhitungan dan kriteria nilai r yang terdapat pada Lampiran F. Bernilai negatif dan kuat yang berarti nilai DO berlawanan dengan konsentrasi Fe²⁺, hubungan DO dengan Fe²⁺ kuat yang berarti semakin besar nilai DO diikuti dengan Konsentrasi Fe²⁺ yang semakin kecil pula. Sedangkan konsentrasi Fe_{total} dan Fe³⁺ dengan nilai r sebesar 0,741 dan 0,753 dengan DO memiliki hubungan kuat dan searah (bernilai positif). Karena air sumur pada pH netral dengan adanya DO yang cukup besar mengakibatkan Fe²⁺ yang mudah larut dalam air akan dioksidasi membentuk Fe³⁺, sehingga semakin besar kadar DO maka semakin besar jumlah Fe³⁺.



Gambar 4.3 Korelasi Oksigen Terlarut dengan Fe²⁺, Fe³⁺ dan Fe total di Puger

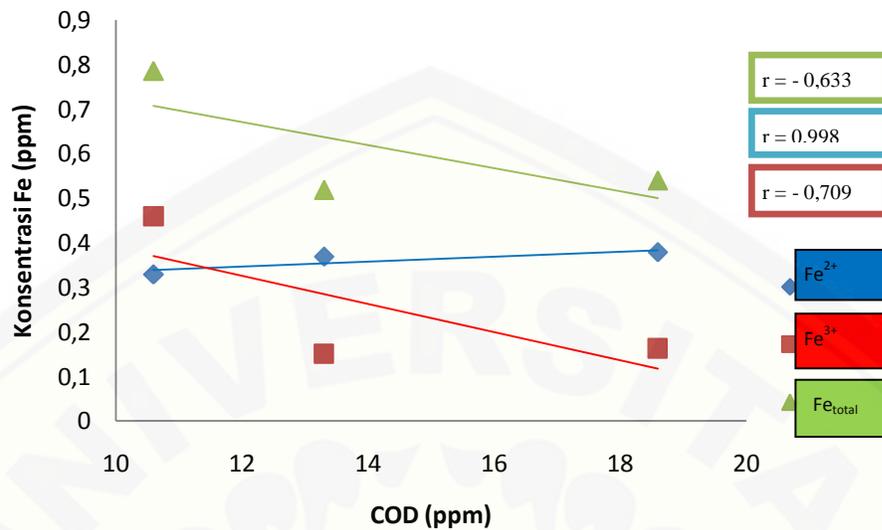
Korelasi di daerah Puger seperti Gambar 4.3 berdasarkan kriteria yang terdapat pada lampiran F terjadi korelasi sangat lemah antara Fe²⁺ dengan DO yaitu nilai r sebesar 0,090. Hal ini terjadi karena konsentrasi Fe²⁺ relatif stabil dibandingkan dengan konsentrasi Fe³⁺. Semakin besar nilai DO, konsentrasi Fe²⁺ sedikit berubah dan tidak terlihat begitu jelas perubahannya. Sedangkan korelasi Fe³⁺ dengan DO sangat kuat dilihat dari nilai r sebesar 0,948, tetapi korelasi DO dengan Fe_{total} cukup kuat dengan nilai r sebesar 0,405. Hal ini karena pada daerah Puger dimana air bersifat basa mengakibatkan kelarutan besi semakin kecil sehingga kadar besi yang larut dalam air semakin kecil pula maka oksigen yang terlarut dalam air semakin besar. Arah hubungan korelasi ketiganya berlawanan (negatif) yang artinya semakin besar nilai DO maka konsentrasi besi semakin kecil.



Gambar 4.4 Korelasi Oksigen Terlarut dengan Fe²⁺, Fe³⁺ dan Fe total di Kencong

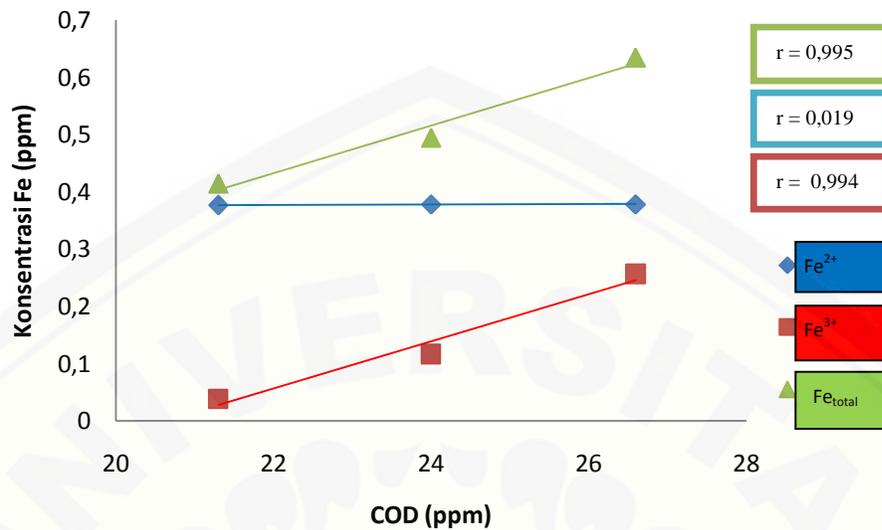
Berdasarkan Lampiran F, korelasi DO dengan Fe_{total}, Fe²⁺ dan Fe³⁺ di daerah Kencong pada Gambar 4.4 sangat kuat dengan nilai r sebesar 0,928-0,997 dan bernilai negatif yang artinya hubungan korelasi DO dengan Fe_{total}, Fe²⁺ dan Fe³⁺ kuat dan berlawanan, semakin kecil nilai DO diikuti dengan konsentrasi besi semakin besar. Air sumur di daerah Kencong yang cenderung bersifat asam mengakibatkan kelarutan besi juga semakin besar sehingga jumlah besi yang larut dalam air besar dan mengakibatkan nilai DO semakin kecil karena oksigen banyak dibutuhkan untuk mengoksidasi Fe²⁺.

Selain oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen kimia (COD) juga diduga berhubungan dengan konsentrasi besi. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, hasil untuk koefisien korelasi antara COD dengan Fe_{total}, Fe²⁺ dan Fe³⁺ di berbagai lokasi sesuai perhitungan di Lampiran F.2. Dimana korelasi hubungan antara COD dengan Fe_{total}, Fe²⁺ dan Fe³⁺ di daerah Summersari sesuai dengan Gambar 4.5.



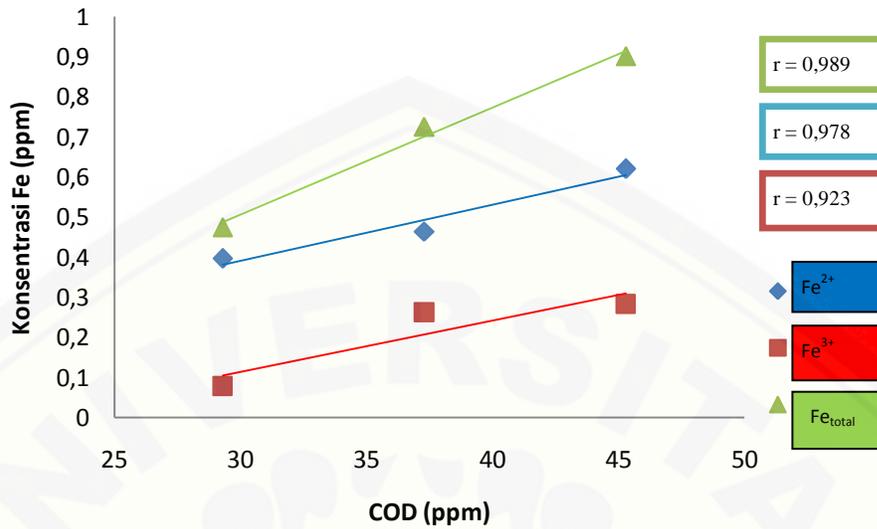
Gambar 4.5 Korelasi COD dengan Fe²⁺, Fe³⁺ dan Fe total di Sumbersari

Berdasarkan Gambar 4.5 terjadi korelasi yang sangat kuat antara COD dengan Fe²⁺ yang sesuai dengan kriteria yang terdapat pada Lampiran F dimana bernilai positif dan searah yang dilihat dari r yaitu 0,998, bernilai positif yang berarti semakin besar nilai COD maka semakin besar nilai konsentrasi Fe²⁺, sedangkan konsentrasi Fe_{total} dan Fe³⁺ semakin kecil seiring dengan meningkatnya kadar COD, dimana kedua korelasi ini yaitu Fe_{total} dan Fe³⁺ dengan COD memiliki hubungan berlawanan (bernilai negatif). Hal ini karena yang membutuhkan oksigen untuk mengoksidasi bukan Fe³⁺ melainkan Fe²⁺ sehingga nilai COD meningkat seiring dengan konsentrasi Fe²⁺ meningkat tetapi nilai COD tidak ada hubungannya dengan konsentrasi Fe³⁺. Konsentrasi Fe_{total} juga dipengaruhi oleh konsentrasi Fe³⁺.



Gambar 4.6 Korelasi COD dengan Fe²⁺, Fe³⁺ dan Fe total di Puger

Berdasarkan kriteria yang terdapat pada Lampiran F, korelasi di daerah Puger yang berdekatan dengan Gunung Gamping memiliki korelasi yang sangat lemah antara Fe²⁺ dengan COD dilihat dari nilai r sebesar 0,0190. Hal ini terjadi karena Fe²⁺ yang terlarut stabil. Korelasi yang kuat antara Fe_{total} dan Fe³⁺ dengan COD dengan nilai r sebesar 0,994 dan 0,995. Arah hubungan korelasi ketiganya searah (bernilai positif) yang artinya semakin besar nilai COD, konsentrasi besi dalam sampel juga semakin besar.



Gambar 4.7 Korelasi COD dengan Fe²⁺, Fe³⁺ dan Fe total di Kencong

Di daerah Kencong, korelasi antara Fe_{total}, Fe²⁺ dan Fe³⁺ dengan COD sangat kuat yang dilihat dari nilai r sebesar 0,989, 0,978, dan 0,923. Arah hubungan korelasi ketiganya searah (bernilai positif) seperti yang terlihat di Gambar 4.7. Korelasi antara COD dengan Fetotal, Fe²⁺ dan Fe³⁺ sangat kuat dan bernilai positif, yang artinya semakin besar nilai COD maka konsentrasi besi juga semakin besar. Hal ini terjadi karena pada daerah Kencong air tanah bersifat asam sehingga besi mudah larut dalam air mengakibatkan oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi Fe²⁺ semakin besar pula maka kadar COD besar.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan:

1. Nilai rata-rata DO, COD, Fe^{2+} dan Fe_{total} secara berturut-turut:
 - a. Daerah Sumbersari 8,2 ppm; 14,16 ppm; 0,358 ppm; 0,613 ppm
 - b. Daerah Puger 8,54 ppm; 23,96ppm; 0,377 ppm; 0,514 ppm.
 - c. Daerah Kencong 5,86 ; 37,3 ; 0,493 dan 0,70 ppm.
2. Terdapat korelasi yang sangat kuat antara konsentrasi besi dengan nilai DO dan COD
3. Hubungan DO atau oksigen terlarut dengan Fe^{2+} kuat dan berlawanan. Semakin besar DO maka konsentrasi Fe^{2+} semakin kecil. Sedangkan DO dengan Fe total agak lemah karena konsentrasi Fe total juga dipengaruhi oleh konsentrasi Fe^{3+} , dimana di Puger konsentrasi Fe^{3+} turun.
4. Hubungan COD dengan Fe^{2+} kuat dan searah, semakin besar nilai COD maka konsentrasi Fe^{2+} semakin besar pula. Sedangkan hubungan COD dan Fe_{total} tidak begitu kuat karena konsentrasi Fe total juga dipengaruhi dengan konsentrasi Fe^{3+} dimana di lokasi kedua konsentrasi Fe^{3+} turun.

5.2 Saran

Saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya yaitu perlu untuk dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap parameter-parameter kualitas air lainnya, seperti parameter kimia dan biologi terhadap air sumur terutama TOC (*Total Organic Carbon*) untuk dapat memenuhi kualitas air yang baik sebagai air minum. Diadakannya penyuluhan kepada masyarakat pentingnya pembuatan pembuangan limbah yang memadai untuk mengurangi pencemaran limbah terhadap air sumur.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Andi.
- Alaerts, G. dan S.S. Santika. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional.
- Bassett, J. 1994. *Buku Ajaran Vogel Kimia Analisa Kuantitatif Anorganik*. Edisi Keempat. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Christian, G.D. 1994. *Analytical Chemistry*. Fifth Edition. New York: John Wiley & Sons.
- Cole, G.A. 1988. *Textbook of Limnology*. Third Edition. New York: Waveland Press, Inc.
- De Maeyer, E.M. 1995. *Pencegahan dan Pengawasan Anemia Defisiensi Besi*. Jakarta: Penerbit Widya Medika.
- Eaton, A.D., Clesceri, L.S. dan Greenber, A.E. 1995. *Standart Methode for the Examination of Water and Wastewater*. Nineteenth Edition. Washington, DC: AWWA, WEF, APHA.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Polusi Udara*. Bogor: IPB.
- Gabriel, J. F. 2001. *Fisika Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Hipokrates.
- Hendayana, S. 1994. *Kimia analitik Instrumen*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Istikasari, W. 2003. "Pengukuran kadar Besi Secara Spektrofotometri dalam Air Sumur di Pemukiman Bekas Persawahan". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Khopkar, S.M. 2003. *Konsep dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI-Press.
- Kodoatie, Robert J. dan Roestam Sjarief. 2010. *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.

- Mahida, U.N. 1997. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Jakarta: Rajawali.
- Mackereth, F.J.H., Heron, J. and Talling, J.F 1989. *Water Analysis*. Cumbria: Freshwater Biological Association.
- Mulja, M dan Suharman. 1995. *Analisis Instrumental*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Mulyono, HAM. 2006. *Membuat Reagen Kimia di Laboratorium*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Palar, H . 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Bandung: Rineka Cipta.
- Ricki, M. 2005. *Kesehatan lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Riduwan. 2003. *Skala pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Robert, J. K dan Roestam, S. 2005. *Pengolahan Sumber Daya Alam Terpadu*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai salah satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*. Vol. XXX (3): 21-26.
- Sastrawijaya, A. T. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka cipta.
- Slamet, J.S. 1994. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta.
- Soemarwoto. 1981. *Pencemaran Air Dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Jakarta: Penerbit CV Rajawali.
- Standar Nasional Indonesia. 2004. *Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) dengan refluks terbuka secara titrimetri*. Jakarta: SNI 06-6989.15-2004.
- Supardi. 2001. *Kajian Alternatif Pemecahan Penangan Masalah Sampah Kota*. Bogor: IPB.
- Suprihatin. 1992. *Penentuan status Kualitas Air (Sebuah Pendekatan Kuantitatif dan Praktis)*. Bogor: IPB.
- Tresna, S. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.

Underwood, A.L. dan Day, R.A. 1988. *Analisa Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

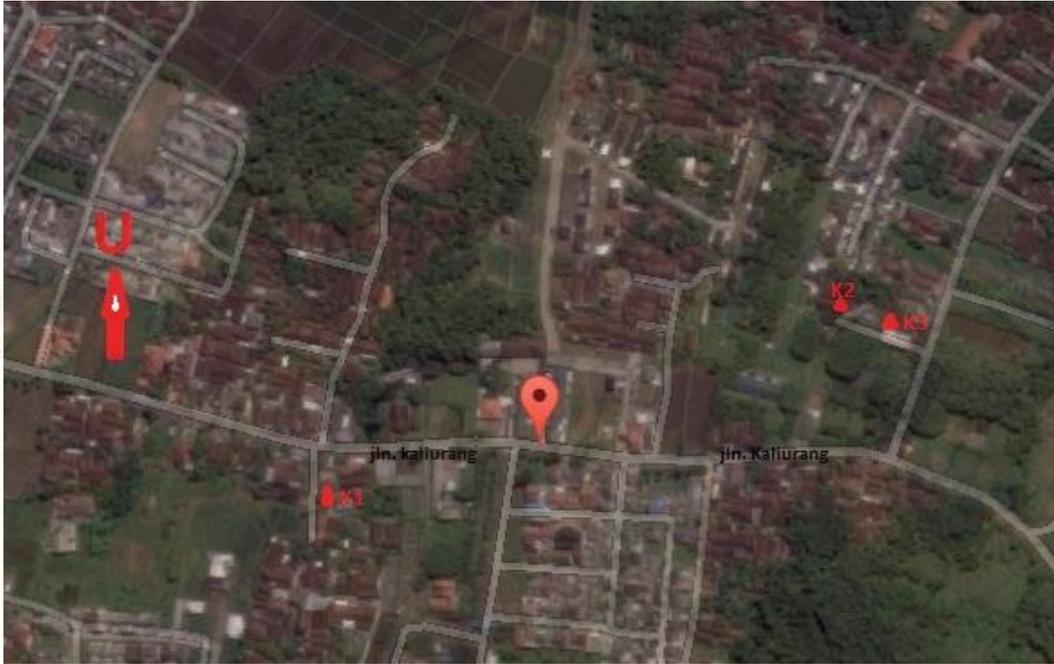
Walpole, R.E. 1995. *Pengantar Statistika*. Edisi Ketiga. Jakarta: PT. Gramedia Utama.

Wisnu A Wardhana. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.



LAMPIRAN A. PETA LOKASI PENGAMBILAN SAMPEL

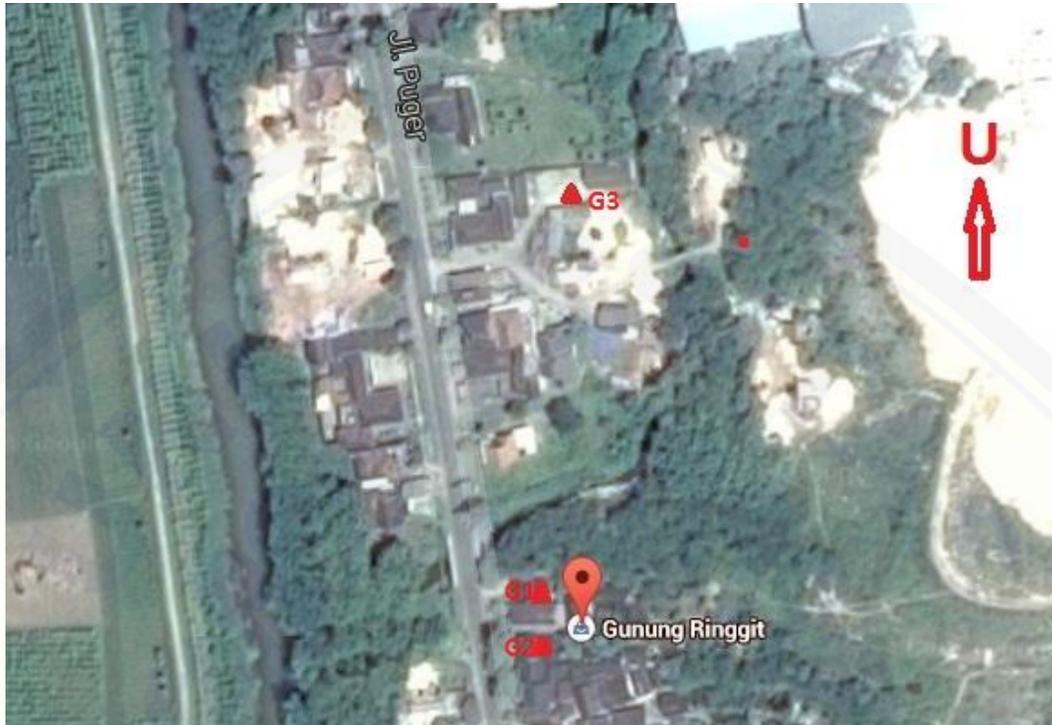
A.1Peta Kelurahan Kaliurang-Jember



Kondisi lapang masing-masing titik pengambilan sampel di daerah pemukiman perkotaan

- K1 (JL. Kaliurang Gg. Ruko Kaliurang No. 2-Sumbersari, 10 m dari jalan raya Kaliurang) Kondisi air jernih dan tidak berbau.
- K2 (JL. Kaliurang Tegal Gede RT 005, RW 007-Sumbersari ke arah utara , 200 m dari jalan raya kaliurang) kondisi air jernih dan tidak berbau merupakan sumur gali untuk umum.
- K3 (JL. Kaliurang Tegal Gede RT 005, RW 007-Sumbersari ke arah utara, 200 m dari jalan raya kaliurang) Kondisi air jernih dan tidak berbau, jarak antara dengan sumur K2 sekitar 50 m, dekat dengan kandang ayam, terdapat selokan yang tidak di semen, jarak selokan limbah domestik dengan sumur 3 m.

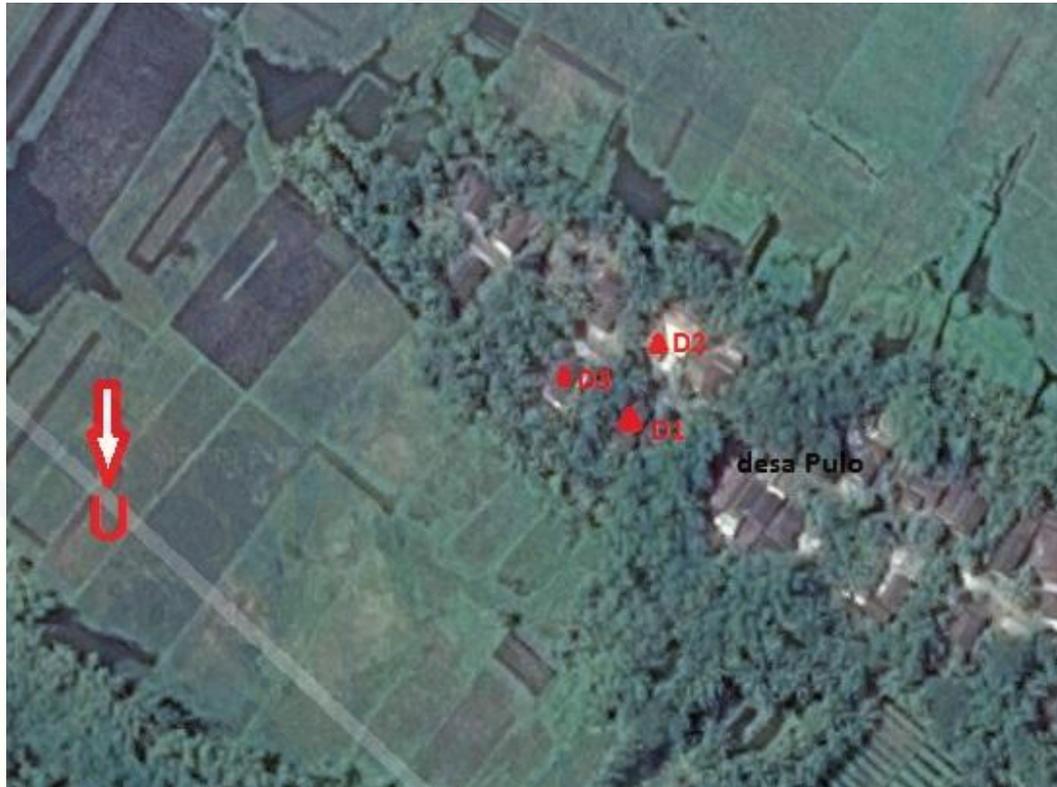
A.2 Peta Desa Grenden Kecamatan Puger-Jember



Kondisi lapang masing – masing titik pengambilan sampel di pedesaan:

- G1 (Ds Grenden, Kapuran-Puger) Kondisi air sumur jernih dan tidak berbau, pertambangan kapur dan dekat dengan Gunung Gamping.
- G2 (Ds Grenden, RT 001, RW 003, Kapuran-Puger) Kondisi air sumur jernih dan tidak berbau, jarak antar rumah ± 5 m
- G3 (Ds Grenden, Kamaran-Puger) Kondisi air sumur sedikit keruh dan tidak berbau, dekat dengan kandang sapi dan pembuatan arang.

A.3Peta Desa Jatisari Kecamatan Kencong-Jember



Kondisi lapang masing-masing titik pengambilan sampel di dekat persawahan dan rawa :

- D1 (Ds Pulo, Jatisari-Kencong) Kondisi air sumur keruh dan berwarna kuning, berbau, sumur tidak digunakan untuk aktivitas, dekat dengan rawa dan persawahan ± 3 m.
- D2 (Ds Pulo, Jatisari-Kencong) Kondisi air sumur sedikit berwarna kuning, sedikit berbau, sumur digunakan untuk sehari-hari, dekat dengan rawa dan persawahan ± 6 m, jarak dengan sumur D1 ± 10 m.
- D3 (Ds Pulo, Jatisari-Kencong) Kondisi air sumur keruh dan sedikit berwarna kuning, sumur digunakan untuk sehari-hari, dekat dengan rawa dan persawahan ± 6 m, jarak dengan sumur D1 ± 10 m.

LAMPIRAN B. PENENTUAN COD (Chemical Oxygen demand)

B.1 Data FAS yang dibutuhkan dalam titrasi

Sampel	Pengulangan (mL)		
	I	II	III
K.1	0,3	0,35	0,35
K.2	0,3	0,35	0,3
K.3	0,25	0,3	0,3
G.1	0,25	0,25	0,3
G.2	0,25	0,25	0,25
G.3	0,25	0,2	0,25
D.1	0,1	0,1	0,15
D.2	0,15	0,15	0,2
D.3	0,2	0,2	0,25

Nilai COD diperoleh dari rumus COD =

$$\frac{(A-B) \times (N \text{ FAS}) \times (Be \text{ O}_2) \times 1000}{V. \text{sampel}}$$

Sampel K.2 :

Volume titrasi = 0,3 mL

$$\begin{aligned} \text{COD} &= \frac{(A-B) \times (N \text{ FAS}) \times (Be \text{ O}_2) \times 1000}{V. \text{sampel}} \\ &= \frac{(0,4-0,3) \times (0,1) \times (8000)}{5} \\ &= 16 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Volume titrasi = 0,35 mL

$$\begin{aligned} \text{COD} &= \frac{(A-B) \times (N \text{ FAS}) \times (Be \text{ O}_2) \times 1000}{V. \text{sampel}} \\ &= \frac{(0,4-0,35) \times (0,1) \times (8000)}{5} \\ &= 8 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Volume titrasi = 0,3 mL

$$\begin{aligned} \text{COD} &= \frac{(A-B) \times (N \text{ FAS}) \times (Be \text{ O}_2) \times 1000}{V. \text{sampel}} \\ &= \frac{(0,5-0,3) \times (0,1) \times (8000)}{5} \\ &= 16 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\overline{COD} = \frac{16 \text{ mg.L}^{-1} + 8 \text{ mg.L}^{-1} + 16 \text{ mg.L}^{-1}}{3}$$

$$= 13,3 \text{ mg.L}^{-1}$$

B.2 Data Hasil COD keseluruhan

Sampel	Pengulangan (mg/L)			Rata - rata
	I	II	III	
K.1	16	8	8	10,6
K.2	16	8	16	13,3
K.3	24	16	16	18,6
G.1	24	24	16	21,3
G.2	24	24	24	24
G.3	24	32	24	26,6
D.1	48	48	40	45,3
D.2	40	40	32	37,3
D.3	32	32	24	29,3

LAMPIRAN C. PENENTUAN PANJANG GELOMBANG MAKSIMUM

C.1 Absorbansi Senyawa Kompleks [Fe(phen)₃]²⁺

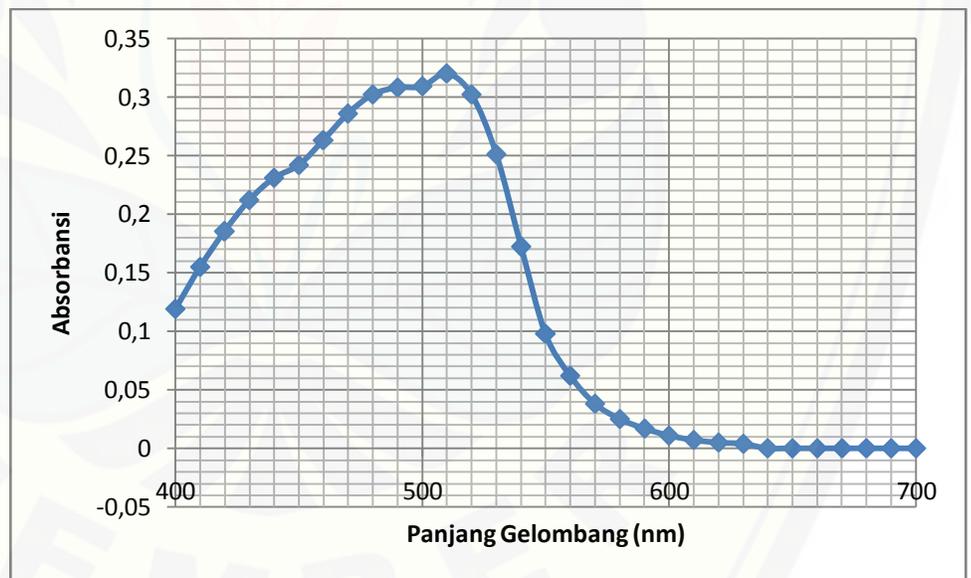
Interval 10 nm

No	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi
1	700,0	0
2	690,0	0
3	680,0	0
4	670,0	0
5	660,0	0
6	650,0	0
7	640,0	0
8	630,0	0,004
9	620,0	0,005
10	610,0	0,007
11	600,0	0,011
12	590,0	0,017
13	580,0	0,025
14	570,0	0,038
15	560,0	0,062
16	550,0	0,098
17	540,0	0,172
18	530,0	0,251
19	520,0	0,302
20	510,0	0,32
21	500,0	0,309
22	490,0	0,308
23	480,0	0,302
24	470,0	0,286
25	460,0	0,263
26	450,0	0,242
27	440,0	0,231
28	430,0	0,212
29	420,0	0,185
30	410,0	0,155
31	400,0	0,119

Interval 2 nm

No	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi
1	520,0	0,302
2	518,0	0,309
3	516,0	0,315
4	514,0	0,318
5	512,0	0,319
6	510,0	0,32
7	508,0	0,319
8	506,0	0,318
9	504,0	0,316
10	502,0	0,314

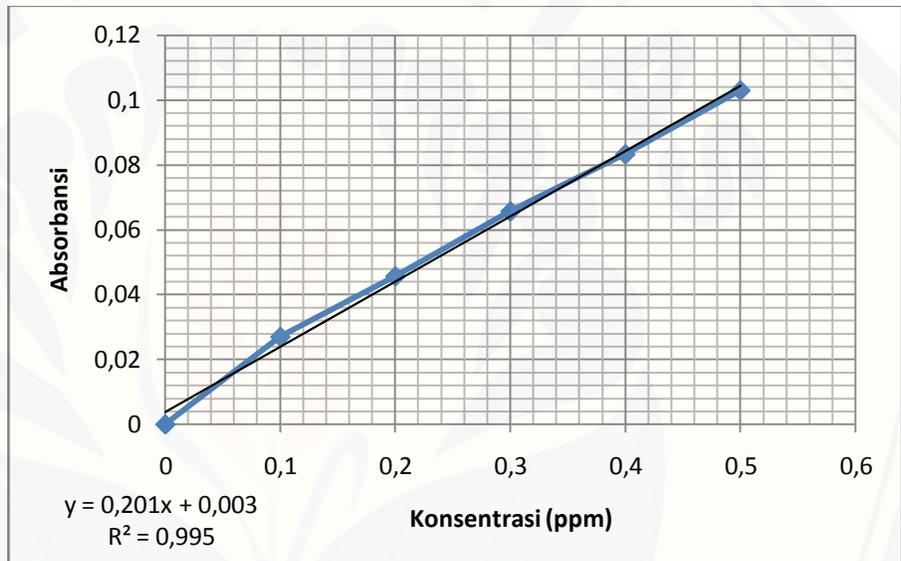
C.2 Kurva Penentuan Panjang Gelombang Maksimum pada panjang gelombang 400-700 nm



LAMPIRAN D. PEMBUATAN KURVA KALIBRASI

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi		
0,1	0,027	0,027	0,027
0,2	0,045	0,046	0,046
0,3	0,065	0,066	0,066
0,4	0,083	0,083	0,084
0,5	0,103	0,103	0,103

Kurva Kalibrasi pada panjang gelombang 510 nm



LAMPIRAN E. PENENTUAN KONSENTRASI BESI DALAM SAMPEL

E.1 Absorbansi dan Konsentrasi dari Fe²⁺ dengan Metode Fenantrolin

Sampel	Pengulangan				Persamaan Regresi Linear
	I	II	III	Rata-rata	
K.1	0,037	0,036	0,036	0,0363	$y = 0,201x + 0,003$
K.2	0,041	0,040	0,040	0,0403	
K.3	0,041	0,041	0,041	0,0410	
G.1	0,041	0,040	0,041	0,0406	
G.2	0,040	0,041	0,042	0,0410	
G.3	0,042	0,040	0,041	0,0410	
D.1	0,065	0,066	0,065	0,0653	
D.2	0,050	0,049	0,050	0,0496	
D.3	0,043	0,042	0,043	0,0426	

Konsentrasi Fe²⁺ diperoleh dari persamaan regresi linear $y = mx + c$, dengan y adalah rata – rata absorbansi tiga kali pengulangan,

Sampel K3 : $y = mx + c$

$$0,0410 = 0,201x + 0,003$$

$$x = 0,1890$$

Sampel sebanyak 25 mL diencerkan sampai 50 mL

sehingga konsentrasi sampel sebelum pengenceran

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$M_1 \times 25 \text{ mL} = 0,1890 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$M_1 = 0,3781$$

E.2 Absorbansi dan Konsentrasi dari Fe total dengan Metode Fenantrolin

Sampel	Pengulangan				Persamaan Regresi Linear
	I	II	III	Rata-rata	
K.1	0,082	0,082	0,082	0,0820	$y = 0,201x + 0,003$
K.2	0,055	0,055	0,055	0,0550	
K.3	0,058	0,057	0,057	0,0573	
G.1	0,045	0,045	0,044	0,0446	
G.2	0,053	0,052	0,053	0,0526	
G.3	0,067	0,067	0,066	0,0667	
D.1	0,094	0,093	0,094	0,0936	
D.2	0,076	0,076	0,075	0,0756	
D.3	0,051	0,051	0,050	0,0506	

Konsentrasi Fe total diperoleh dari persamaan regresi linear $y = mx + c$, dengan y adalah rata – rata absorbansi tiga kali pengulangan,

Sampel K3 : $y = mx + c$

$$0,0573 = 0,201x + 0,003$$

$$x = 0,2701$$

Sampel sebanyak 25 mL diencerkan sampai 50 mL

sehingga konsentrasi sampel sebelum pengenceran

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$M_1 \times 25 \text{ mL} = 0,2701 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$M_1 = 0,5402$$

LAMPIRAN F. PERHITUNGAN KOEFISIEN

**KORELASI PARAMETER DENGAN Fe²⁺, Fe³⁺,
DAN Fe_{TOTAL} AIR SUMUR GALI**

Korelasi dari Fe²⁺, Fe³⁺, dan Fe total pada setiap lokasi dapat dicari melalui koefisien korelasi dengan rumus:

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

Dengan kriteria nilai r sebagai berikut:

- 0,00 – 0,199 : Korelasi sangat lemah
- 0,20 – 0,399 : Korelasi lemah
- 0,40 – 0,599 : Korelasi cukup
- 0,60 – 0,799 : Korelasi kuat
- 0,80 – 1,000 : Korelasi sangat kuat (Riduwan, 2003)

Dari tabel data dibawah ini kemudian koefisien korelasi dari masing-masing parameter dihitung dengan memasukkan kedalam rumus diatas:

F.1 Perhitungan Koefisien Korelasi antara DO dengan konsentrasi besi



Keterangan:

x = sumbu x

y₁, y₂, dan y₃ = sumbu y

Koefisien korelasi untuk DO dengan Fe total di perkotaan adalah

DO (mg/L)_x	Fetotal (ppm)_y ₁	∑xiyi	∑xi	∑yi	∑xi ²	∑yi ²
8,37	0,786	15.161	24,6	1,844	201,789	1,176
8,23	0,518					
8,00	0,540					

$$r = \frac{n \sum xi yi - (\sum xi)(\sum yi)}{\sqrt{[n \sum xi^2 - (\sum xi)^2][n \sum yi^2 - (\sum yi)^2]}}$$

$$r = \frac{3(15,161) - (24,6)(1,844)}{\sqrt{[3(201,789) - (24,6)^2][3(1,176) - (1,844)^2]}}$$

$$r = 0,741$$

Hasil perhitungan sebagai berikut :

		∑xiyi	∑xi	∑yi	∑xi ²	∑yi ²	(∑xi) ²	(∑yi) ²	r
K	Fe _{total}	15,161	24,6	1,844	201.789	1,176	605,16	3,40	0,741
	Fe ²⁺	8,797		1,074		0,386		1,153	-0,914
	Fe ³⁺	6,363		0,770		0,259		0,593	0,753
G	Fe _{total}	13,155	25,63	1,542	219.052	0,817	656,89	2,378	-0,405
	Fe ²⁺	9,670		1,132		0,427		1,281	-0,090
	Fe ³⁺	3,459		0,410		0,080		0,168	-0,948

D	Fe _{total}	12,215		2,102		1,564		4,418	-0,997
	Fe ²⁺	8,621	17,57	1,480	102.998	0,756	308,70	2,190	-0.928
	Fe ³⁺	3,594		0,622		0,154		0,387	-0.987

F.2 Perhitungan koefisien korelasi antara COD dengan konsentrasi besi





Keterangan:

x = sumbu x

y₁, y₂, dan y₃ = sumbu y

Koefisien korelasi untuk COD dengan Fe total di perkotaan adalah

DO (mg/L)_x	Fe total (ppm)_y ₁	∑xiyi	∑xi	∑yi	∑xi ²	∑yi ²
10,6	0,786	25.371	42,5	1,844	635.21	1,176
13,3	0,518					
18,6	0,540					

$$r = \frac{n \sum xi yi - (\sum xi)(\sum yi)}{\sqrt{[n \sum xi^2 - (\sum xi)^2][n \sum yi^2 - (\sum yi)^2]}}$$

$$r = \frac{3(25.371) - (42,5)(1,844)}{\sqrt{[3(635,21) - (42,5)^2][3(1,176) - (1,844)^2]}}$$

$$r = -0,633$$

Hasil perhitungan sebagai berikut :

		$\sum xiyi$	$\sum xi$	$\sum yi$	$\sum xi^2$	$\sum yi^2$	$\sum (xi)^2$	$\sum (yi)^2$	r
K.1	Fe _{total}	25.371	42.5	1,844	635.21	1,176	1806.25	3,40	-0,633
	Fe ²⁺	15.461		1,074		0,386		1,153	0,998
	Fe ³⁺	9.909		0,770		0,259		0,593	-0,709
G.1	Fe _{total}	37.595	71.9	1,542	1737.25	0,817	5169.61	2,378	0,995
	Fe ²⁺	27.173		1,132		0,427		1,281	0,019
	Fe ³⁺	10.421		0,410		0,080		0,168	0,994
D.1	Fe _{total}	81.898	111.9	2,102	4301.87	1,564	12521.61	4,418	0,989
	Fe ²⁺	57.045		1,480		0,756		2,190	0,978
	Fe ³⁺	24.853		0,622		0,154		0,387	0,923