



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGARUH TIMBUNAN SAMPAH DI LAHAN TERBUKA  
TERHADAP KUALITAS AIR TANAH DI SEKITAR TEMPAT  
PENAMPUNGAN SAMPAH SEMENTARA  
KELURAHAN BATU AMPAR**

**SKRIPSI**

**AMIRAH**

**0806459343**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
DEPOK  
JULI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGARUH TIMBUNAN SAMPAH DI LAHAN TERBUKA  
TERHADAP KUALITAS AIR TANAH DI SEKITAR  
TEMPAT PENAMPUNGAN SAMPAH SEMENTARA  
KELURAHAN BATU AMPAR**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Teknik**

**AMIRAH**

**0806459343**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
DEPOK  
JULI 2012**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Amirah

NPM : 0806459343

Tanda Tangan :



Tanggal : 2 Juli 2012

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Amirah  
NPM : 0806459343  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul Skripsi : Pengaruh Timbunan Sampah di Lahan Terbuka  
Terhadap Kualitas Air Tanah di Sekitar Tempat  
Penampungan Sampah Sementara Kelurahan  
Batu Ampar

**Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Indonesia**

### DEWAN PENGUJI

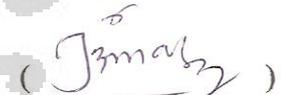
Pembimbing : Dr. Ir. Djoko M. Hartono, S.E., M.Eng

()

Pembimbing : Ir. El Khobar MN, M.Eng

()

Penguji : Ir. Irma Gusniani, M.Sc

()

Penguji : Dr. Nyoman Suwartha, S.T., M.Agr

()

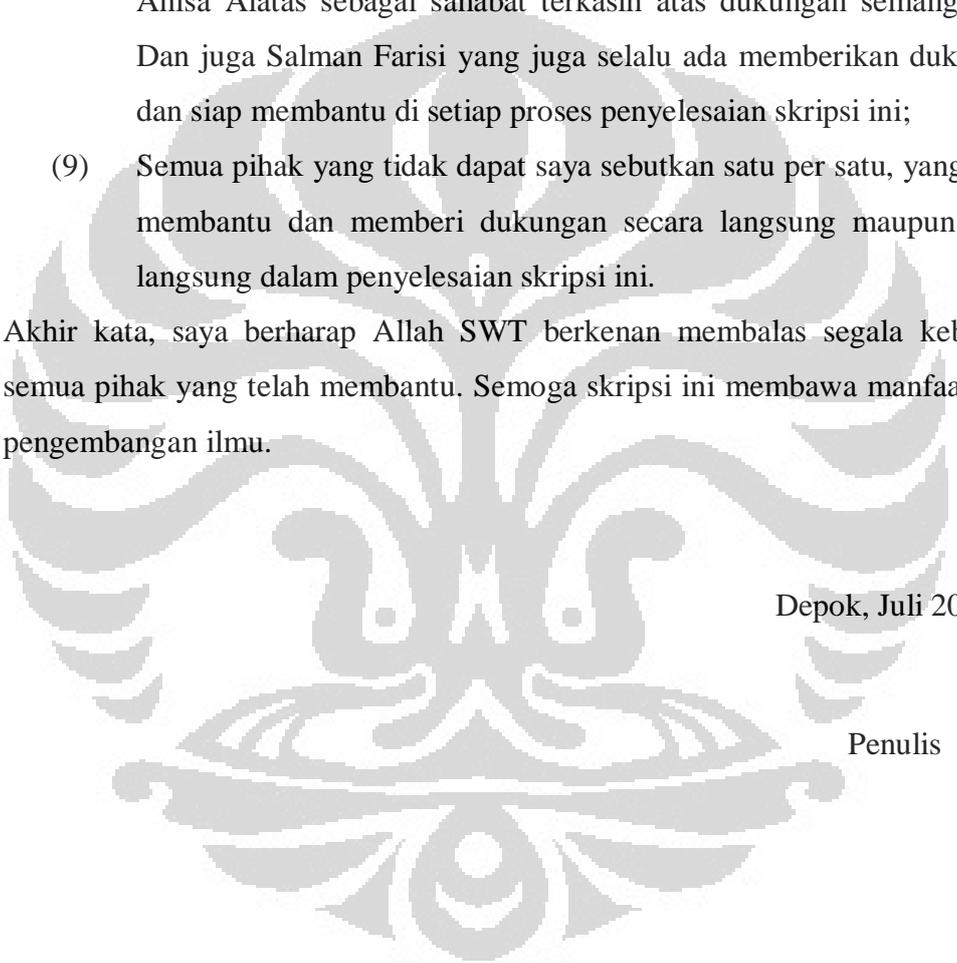
Ditetapkan di : Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas  
Indonesia, Depok

Tanggal : 2 Juli 2012

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Ir. Djoko M. Hartono, S.E., M.Eng, dan Ir. El Khobar MN, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Dosen - dosen Departemen Teknik Sipil dan Program Studi Teknik Lingkungan, yang telah membimbing dan memberikan ilmunya selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi;
- (3) Kedua orangtua saya, ayahanda Yusuf Almenoar dan ibunda Chairiyah, kedua adik-adik, dan keluarga besar saya yang tidak pernah bosan mendoakan saya dan memberikan dukungan moril serta materil;
- (4) Ibu Broto dan para pekerja TPS serta warga Batu Ampar yang telah banyak memperbolehkan dan membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (5) Pihak Kelurahan Batu Ampar, Dinas Kebersihan Kramat Jati, serta Laboratorium Lingkungan Hidup Daerah Provinsi DKI Jakarta yang memberikan data-data yang saya butuhkan untuk kelengkapan penelitian ini;
- (6) Para staff Departemen Teknik Sipil FTUI, terutama Mbak Dian dan Mbak Fitri yang membantu administrasi selama penelitian ini;

- 
- (7) Seluruh rekan-rekan Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Indonesia angkatan 2008 yang setia memberikan dukungan semangat, membagi ilmu, dan memberi masukan kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini;
  - (8) Elvina Fitriasia, Annisa Prameswari, Dio Ashar, Akbar Adi, Galih Puspitaningrum, Theresa Adelina, Gana Damar, Ratna Khairunnisa, Rifki Ahmad, Ishaq, Angga Aditya, Aditya Lazaroni, Panji Setia, dan Anisa Alatas sebagai sahabat terkasih atas dukungan semangatnya. Dan juga Salman Farisi yang juga selalu ada memberikan dukungan dan siap membantu di setiap proses penyelesaian skripsi ini;
  - (9) Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah membantu dan memberi dukungan secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juli 2012

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Amirah  
NPM : 0806459343  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Departemen : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Pengaruh Timbunan Sampah di Lahan Terbuka Terhadap Kualitas Air Tanah di Sekitar Tempat Penampungan Sampah Semetara Kelurahan Batu Ampar**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 2 Juli 2012

Yang menyatakan,



( Amirah )

## ABSTRAK

Nama : Amirah  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Pengaruh Timbunan Sampah di Lahan Terbuka Terhadap Kualitas Air Tanah di Sekitar Tempat Penampungan Sampah Sementara Kelurahan Batu Ampar

Air tanah sebagai sumber daya alami yang dapat diperbarui juga perlu dilindungi dari pencemaran. Salah satunya jenis pencemarnya adalah penimbunan sampah yang terlalu dekat dengan sumber air tanah. Sampah yang dibuang ke TPS secara tidak beraturan akan menghasilkan limbah cair yang dapat mencemari air tanah yang dikonsumsi oleh warga di sekitar TPS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi Amonia ( $\text{NH}_3$ ), Fosfat ( $\text{PO}_4$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3$ ), Nitrit ( $\text{NO}_2$ ), zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ), dan pH air tanah yang berasal dari air lindi, pada berbagai jarak dari TPS Batu Ampar, serta mengidentifikasi pengaruh kontaminasi sampah terhadap air tanah tersebut.

Dari penelitian, didapatkan hasil bahwa sebagian besar konsentrasi pencemar pada jarak 5 m, 15 m, 30 m, 50 m, 75 m, dan 100 m dari TPS masih memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh PP RI No.82 Tahun 2001 dan PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010, namun konsentrasi amonia pada titik 0 m dan nilai pH pada titik 15 m, 50 m, 75 m, dan 100 m dari TPS tidak memenuhi baku mutu. Serta pengaruh jarak sumber air tanah dari TPS terhadap kualitas air tanah tidak erat karena ada berbagai faktor lain yang juga turut serta mempengaruhi kualitas air tanahnya.

Kata kunci: air tanah, pencemaran air, TPS, sampah, infiltrasi.

## ABSTRACT

Name : Amirah  
Study Program : Environmental Engineering  
Title : The Impact of Solid Waste Accumulation in Open Space on Groundwater Quality for Inhabitant Around Temporary Waste Disposal Place at Kelurahan Batu Ampar

Groundwater as a renewable natural resource needs to be protected from contamination. One of the pollutants is the landfill that is too close to the groundwater sources. Garbage that discharged into the landfill (TPS) that not sanitary will produce wastewater that could contaminate groundwater consumed by residents in the surrounding TPS. This study aims to determine the concentration of ammonia ( $\text{NH}_3$ ), Phosphate ( $\text{PO}_4$ ), nitrate ( $\text{NO}_3$ ), nitrite ( $\text{NO}_2$ ), organic substances ( $\text{KMnO}_4$ ), and pH in groundwater from at various distances from TPS Batu Ampar, and also identifying the effects of waste on groundwater.

From the research results obtained, most of the concentration of pollutant at a distance of 5 m, 15 m, 30 m, 50 m, 75 m, 100 m from the TPS are still meet the standards defined quality in RI PP No.82 of 2001 and the Health Minister of Republic of. 492/MENKES/PER/IV/2010/. But concentration of ammonia a point 0 m and pH value at point 15 m, 50 m, 75 m, and 100 m from TPS does not meet quality standards. And the influence of groundwater sources range from TPS for groundwater quality is not strong as there are various other factors also affect the quality of groundwater.

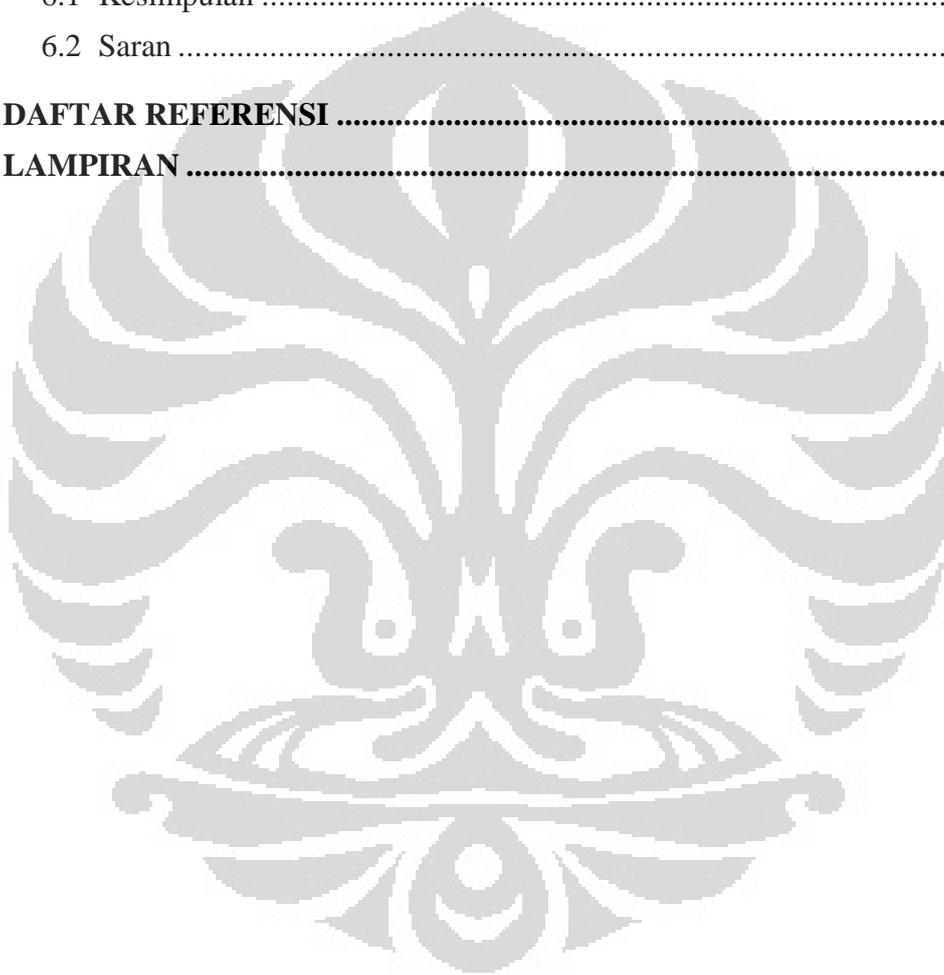
Keyword: Groundwater, water pollution, landfill, waste, infiltration

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Model Operasional Penelitian .....	4
1.7. Sistematikan Penulisan .....	5
<b>2. STUDI PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1. Sampah.....	6
2.1.1. Pengertian Sampah .....	6
2.1.2. Sumber Sampah.....	6
2.1.3. Jumlah Timbulan Sampah.....	8
2.1.4. Perhitungan Kuantitas Sampah .....	9
2.1.5. Komposisi Sampah.....	9
2.1.6. Sistem Pengolahan Sampah .....	10
2.2. Kualitas dan Kuantitas Air Tanah .....	11
2.3.1. Persyaratan Kualitatif .....	13
2.3.2. Persyaratan Kuantitatif .....	17
2.3. Air Tanah .....	17
2.4.1. Sumber Air Tanah .....	20

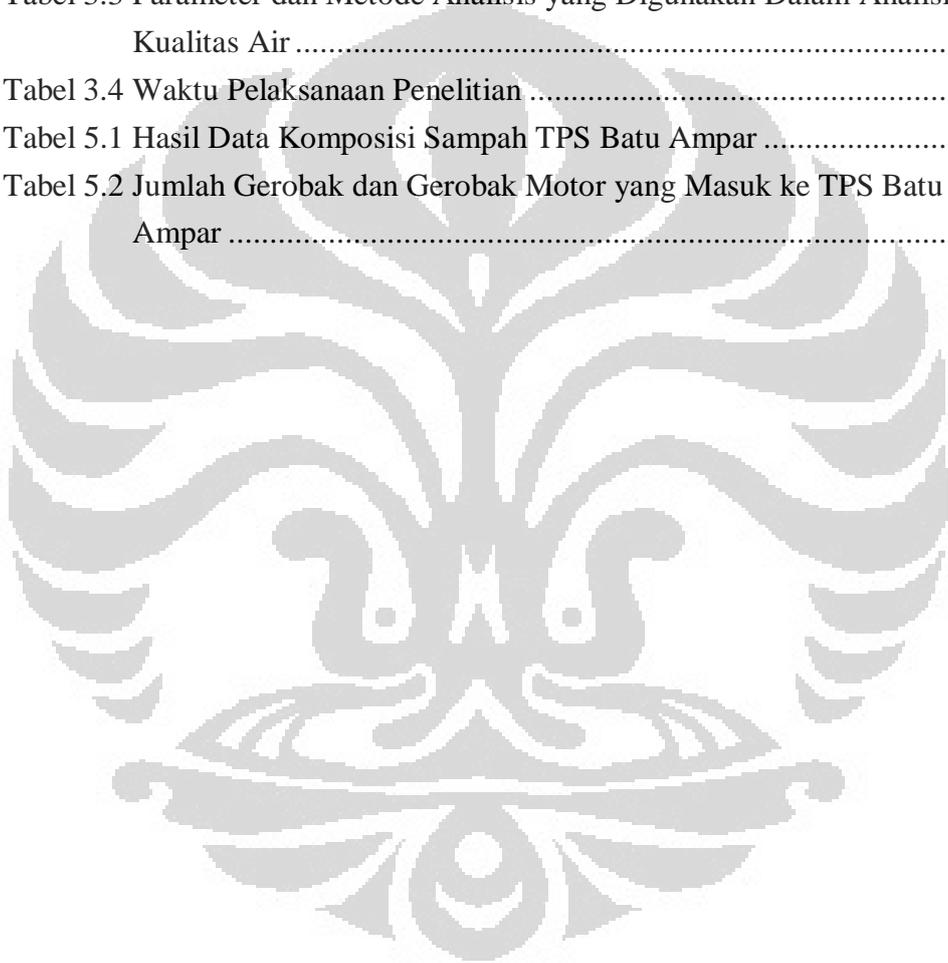
2.4.2. Pencemaran Air Tanah .....	21
2.4.3. Peranan Air Dalam Memindahkan Penyakit.....	23
2.4.4. Pergerakan Aliran Air Tanah .....	24
2.4.5. Peranan Tanah Dalam Air Tanah .....	27
2.4. Air Lindi.....	29
2.4.1. Komposisi dan Karakteristik Air Lindi .....	30
2.4.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Masuknya Air Lindi ke Dalam Air Tanah .....	31
2.5. Teori Statistik .....	32
2.5.1. Regresi Linear .....	32
2.5.2. Nilai Korelasi .....	34
2.6. Penelitian yang Berkaitan .....	37
<b>3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>39</b>
3.1. Kerangka Penelitian.....	39
3.2. Hipotesa Penelitian .....	42
3.3. Pendekatan Penelitian .....	42
3.4. Variabel Penelitian .....	42
3.5. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	43
3.6. Pengumpulan Data.....	45
3.6.1. Data Primer .....	45
3.6.2. Data Sekunder .....	46
3.7. Sampel Penelitian .....	46
3.7.1. Teknik Pengambilan Sampel .....	48
3.7.2. Metode Pengukuran Sampel .....	49
3.8. Metode Pengolahan dan Analisis Data .....	50
<b>4. GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN .....</b>	<b>53</b>
4.1. Gambaran Umum TPS Batu Ampar .....	53
4.2. Operasional TPS Batu Ampar .....	57
<b>5. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>58</b>
5.1. Lokasi dan Proses Pengambilan Sampel.....	58
5.2. Hasil Olahan dan Analisis Data Karakteristik Sampah .....	60
5.2.1. Data Komposisi Sampah.....	60
5.2.2. Data Timbulan Sampah .....	61
5.3. Hasil Olahan dan Analisis Data Kualitas Air Tanah .....	65

5.3.1. pH .....	65
5.3.2. Fosfat (PO <sub>4</sub> ).....	68
5.3.3. Amonia (NH <sub>3</sub> ) .....	70
5.3.4. Nitrit (NO <sub>2</sub> ) .....	73
5.3.5. Nitrat (NO <sub>3</sub> ).....	76
5.3.6. Zat organik .....	78
<b>6. PENUTUP.....</b>	<b>83</b>
6.1 Kesimpulan .....	83
6.2 Saran .....	83
<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>85</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>87</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Air Lindi .....	31
Tabel 2.2 Beberapa Penelitian yang Berkaitan dengan Sampah dan Air Tanah	38
Tabel 3.1 Jadwal Pengambilan Sampel Komposisi Sampah.....	44
Tabel 3.2 Jadwal Pengambilan Sampel Air Tanah .....	45
Tabel 3.3 Parameter dan Metode Analisis yang Digunakan Dalam Analisis Kualitas Air .....	49
Tabel 3.4 Waktu Pelaksanaan Penelitian .....	52
Tabel 5.1 Hasil Data Komposisi Sampah TPS Batu Ampar .....	60
Tabel 5.2 Jumlah Gerobak dan Gerobak Motor yang Masuk ke TPS Batu Ampar .....	62



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pergerakan Aliran Air Tanah.....	27
Gambar 3.1 Alur Metodologi Penelitian .....	40
Gambar 3.2 Variabel Penelitian.....	43
Gambar 3.3 Lokasi Penelitian .....	44
Gambar 3.4 Arah Aliran Air Tanah .....	46
Gambar 3.5 Letak Titik Sampel.....	47
Gambar 4.1 Lokasi TPS Batu Ampar .....	53
Gambar 4.2 Mesin <i>Compactor</i> untuk Mememadatkan Sampah.....	55
Gambar 4.3 Jarak Rumah Terdekat dari TPS Batu Ampar .....	56
Gambar 4.4 Kondisi Fasilitas TPS Batu Ampar .....	57
Gambar 5.1 Proses Pengambilan dan Pemilahan Sampel .....	58
Gambar 5.2 Arah Aliran Air Tanah Dangkal .....	59
Gambar 5.3 Lokasi Titik Pengambilan Sampel Air Tanah TPS Batu Ampar...	59
Gambar 5.4 Perbandingan Rata-Rata Sampah Organik dan Anorganik .....	60
Gambar 5.5 Jumlah Timbulan Sampah di TPS Batu Ampar.....	63
Gambar 5.6 Nilai pH pada Air Tanah di Sekitar TPS Batu Ampar .....	66
Gambar 5.7 Konsentrasi Fosfat pada Air Tanah di Sekitar TPS Batu Ampar ..	68
Gambar 5.8 Konsentrasi Amonia pada Air Tanah di Sekitar TPS Batu Ampar	71
Gambar 5.9 Konsentrasi Nitrit pada Air Tanah di Sekitar TPS Batu Ampar ...	74
Gambar 5.10 Konsentrasi Nitrat pada Air Tanah di Sekitar TPS Batu Ampar .	76
Gambar 5.11 Konsentrasi Zat Organik pada Air Tanah di Sekitar TPS Batu Ampar .....	79

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Sampah dan air merupakan sesuatu yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Keduanya juga merupakan permasalahan bagi kehidupan manusia sekarang ini. Semakin meningkatnya populasi mengakibatkan aktifitas di daerah perkotaan semakin meningkat begitu pula dengan sampah yang dihasilkan. Pertambahan jumlah sampah yang tidak diimbangi dengan pengelolaan yang ramah lingkungan akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan.

Volume sampah yang besar dengan jenis yang beraneka ragam, jika tidak dikelola dengan baik sangat berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan yang serius, bukan hanya bagi sampah sendiri tetapi juga bagi aspek lingkungan lain seperti air tanah yang ikut tercemar akibat penumpukan sampah. Penguraian senyawa organik dan anorganik yang dapat larut dalam air kemudian meresap melalui timbunan sampah juga menimbulkan pencemaran.

Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum untuk memenuhi kebutuhan air dalam tubuh. Air juga terkait dengan status kesehatan manusia, artinya bahwa kondisi air yang dikonsumsi oleh manusia harus memenuhi standar kualitas air bersih. Pada umumnya manusia menggunakan air tanah untuk memenuhi kehidupan sehari-hari. Namun, pencemaran oleh sampah hasil limbah masyarakat yang dibuang di lahan terbuka dekat pemukiman berpotensi mencemari air tanah yang nantinya akan digunakan dan dikonsumsi oleh masyarakat. Dengan demikian kualitas air akan menurun jauh, hingga mungkin di bawah baku mutu air bersih, penurunan kualitas tersebut dapat mengakibatkan menurunnya kesehatan manusia yang mengkonsumsinya.

Seperti daerah lainnya, Jakarta Timur mempunyai tempat penampungan sementara untuk sampah sebelum akhirnya dibuang ke TPA Bantar Gebang.

Seiring ditetapkannya peraturan pelarangan pembuangan sampah di lahan terbuka sejak tahun 2008 yang diberi waktu hingga tahun 2013 untuk menutup semua lahan tempat pembuangan sampah (*UU No. 18 Tahun 2008*), namun masih ada lahan-lahan yang memang belum bisa ditutup karena belum ada solusi pengalihannya.

TPS Batu Ampar merupakan salah satu tempat penampungan sampah sementara yang menggunakan lahan terbuka di Jakarta Timur, lokasinya terletak di Jalan SMP 126, Kelurahan Batu Ampar, Kramat Jati, Jakarta Timur. TPS ini telah menampung kumpulan sampah rumah tangga dari warga Kelurahan Batu Ampar dan sekitarnya selama 10 tahun. Pemilihan lokasi penelitian di TPS ini karena letaknya yang sangat dekat dengan pemukiman warga, secara disadari atau tidak menimbulkan masalah bagi masyarakat yang tinggal di sekitar TPS. Selain itu, lokasinya yang berada di lahan terbuka apabila terkena hujan, air lindi semakin banyak menetes dari tumpukan sampah dan meresap ke tanah kemudian terinfiltrasi ke sumber air tanah sehingga mencemari sumber air bersih. Pemilihan lahan dan metode yang kurang tepat dapat mempengaruhi dampak negatif yang ditimbulkan. Lahan yang dekat dari pemukiman warga sangat beresiko mencemari sumber air tanah, dan dengan sumber air yang tercemar, dapat dipastikan kesehatan warga juga akan terganggu.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, dengan topik dalam penelitian ini adalah Pengaruh Penimbunan Sampah di Lahan Terbuka terhadap Kualitas Air Tanah di Sekitar Tempat Penampungan Sampah Sementara (TPS) Kelurahan Batu Ampar. Pertanyaan penelitian yang diajukan adalah:

1. Bagaimanakah kualitas air tanah yang berasal dari sumur pompa milik warga di sekitar TPS dengan mengukur besar konsentrasi Amonia ( $\text{NH}_3$ ), Fosfat ( $\text{PO}_4$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3$ ), Nitrit ( $\text{NO}_2$ ), zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ), dan nilai pH yang terkandung dalam air tanah dari sumur pompa milik warga.

2. Apakah pencemaran yang ditimbulkan oleh sampah di TPS Batu Ampar mempengaruhi kualitas air tanah di sekitarnya.
3. Bagaimana pola penyebaran konsentrasi pencemar air tanah yang dipengaruhi oleh sampah di lingkungan sekitarnya.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui bagaimana kualitas air tanah di sekitar TPS Batu Ampar.
2. Mengidentifikasi pengaruh kontaminasi sampah terhadap air tanah.
3. Mengetahui penyebaran beberapa parameter pencemaran air yang berasal dari lindi sampah dari TPS pada berbagai jarak,

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat:

1. Bagi masyarakat

Dapat mengetahui kualitas air tanahnya, dan dapat lebih berhati-hati dalam menggunakan air tanah sebagai sumber air minum atau air bersih.

2. Bagi Pemerintah

Sebagai acuan untuk mencari solusi yang tepat dalam penanganan masalah sampah di TPS Batu Ampar, agar kualitas air tanah disekitarnya tetap terjaga.

3. Bagi Peneliti

Sebagai sarana pengaplikasian ilmu yang telah didapatkan selama masa perkuliahan di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Indonesia, serta sebagai syarat untuk lulus dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik.

### **1.5. Batasan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka penelitian ini dibatasi pada:

- Objek yang dijadikan penelitian adalah air tanah dari sumur pompa milik warga yang berada di dalam jarak 0 - 100 meter dari TPS Batu Ampar.
- Parameter pencemar air yang diteliti hanya Amonia ( $\text{NH}_3$ ), Fosfat ( $\text{PO}_4$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3$ ), Nitrit ( $\text{NO}_2$ ), Zat Organik ( $\text{KMnO}_4$ ), dan nilai pH.
- Paramater lain yang diteliti adalah jumlah timbunan dan komposisi sampah di TPS Batu Ampar.

### 1.6. Model Operasional Penelitian

Model operasional dalam penelitian ini adalah:

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses pengumpulan informasi yang berkaitan dengan materi bahasan yang berasal dari buku-buku, jurnal yang berasal dari dosen maupun perpustakaan.

#### 2. Survei Lapangan

Survei lapangan meliputi penentuan tempat dan waktu pengambilan sampel.

#### 3. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel sesuai dengan metode standar.

#### 4. Pemeriksaan Sampel di Laboratorium

Pemeriksaan sampel berdasarkan parameter yang sudah ditentukan yaitu Amonia ( $\text{NH}_3$ ), Fosfat ( $\text{PO}_4$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3$ ), Nitrit ( $\text{NO}_2$ ), Zat Organik ( $\text{KMnO}_4$ ), dan nilai pH.

#### 5. Analisis dan Kesimpulan Hasil Penelitian

Data yang telah diolah, dianalisis terhadap tabel dan grafik yang diperoleh. Dari analisis tersebut akan diperoleh kesimpulan terhadap proses pengujian, dan mengetahui kualitas air tanah di sekitar TPS Batu Ampar.

## **1.7. Sistematikan Penulisan**

Penyajian penulisan penelitian ini disusun dengan sistematika penulisan, sebagai berikut:

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, serta menjelaskan tujuan dan manfaat penelitian, metodologi yang digunakan untuk penelitian, dan termasuk juga penjabaran sistematika penulisan penelitian ini.

### **BAB 2 LANDASAN TEORI**

Bab ini berisikan tentang landasan teori yang menjadi acuan dalam penelitian ini, dengan memberikan gambaran tentang persampahan dan pencemaran air tanah.

### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang metode yang akan digunakan untuk melaksanakan penelitian, yang berisikan uraian umum tentang pemilihan metode, kerangka metode penelitian, metode pengumpulan data, dan metode analisis.

### **BAB 4 GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang lokasi penelitian, seperti karakteristik lokasi penelitian, letak geografis lokasi, batas daerah administrasi, fungsi, serta penanggung jawab dari lokasi penelitian tersebut.

### **BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan mengenai pengumpulan, pengolahan, dan pentabulasian data. Untuk selanjutnya dianalisis dan dibahas untuk mendapatkan hasil akhir dari penelitian yang dilakukan.

### **BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan hasil analisis dan rekomendasi yang dapat diberikan

## **BAB 2**

### **STUDI PUSTAKA**

#### **2.1. Sampah**

##### **2.1.1. Pengertian Sampah**

Sampah merupakan limbah yang bersifat padat terdiri dari zat organik dan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan (SNI 19-2454-1991).

Pendapat lain menyebutkan, sampah adalah semua barang sisa yang ditimbulkan dari aktivitas manusia dan binatang yang secara normal padat dan dibuang ketika tak dikehendaki atau sisa-sisa. (Tchobanoglous, 1993)

Selain itu berdasarkan Undang-undang No. 18 Tahun 2008, sampah juga dapat diartikan sebagai sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padatan. Sampah spesifik adalah sampah yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau volumenya memerlukan pengelolaan khusus.

##### **2.1.2. Sumber Sampah**

Sumber sampah dalam kehidupan sehari-hari berasal dari berbagai macam sumber, seperti rumah tangga, tempat perdagangan, kegiatan industri, pekarangan, pertanian, peternakan, pertambangan, dan lain-lain. Dari sekian banyak sumber, volume sampah dari rumah tangga serta tempat perdagangan dan komersil sangat besar jumlahnya. Tidak jarang di tempat-tempat tersebut terlihat sampah yang menumpuk sebelum akhirnya dibuang ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).

Berdasarkan sumbernya sampah dapat dibagi sebagai berikut (Tchobanoglous, 1993):

a. Sampah pasar, tempat-tempat komersil

Terdiri dari berbagai macam dan jenis sampah, seperti sisa sayuran, daun bekas bungkus, sisa makanan dan sebagainya ciri-ciri sampahnya biasanya mempunyai berbagai macam dan jenis sampah yang masing-masing volumenya hampir sama.

b. Sampah pabrik atau industri

Benda-benda sisa atau bekas dari proses industri, atau merupakan ampas-ampas dari pengolahan bahan baku, misalnya pabrik gula tebu akan membuang ampas tebu. Sampah ini berasal dari keseluruhan kegiatan proses produksi, serta perlakuan dan pengemasan produk. Sampah industri dapat berupa bahan kimia yang seringkali beracun memerlukan perlakuan khusus sebelum dibuang.

c. Sampah rumah tangga, kantor, gedung umum dan lainnya serta pekarangan.

Umumnya sampah rumah tangga berupa sisa pengolahan makanan, perlengkapan rumah tangga bekas, kertas, kardus, gelas, kain, sampah kebun/halaman dan lain-lain. Karakteristiknya hampir sama dengan sampah dari pasar, kecuali ada sampah dari pengurasan *septic tank*.

d. Sampah kandang hewan dan pemotongan hewan.

Terdiri dari sisa-sisa makanan hewan dan kotorannya, sisa-sisa daging dan tulang-tulangnya.

e. Sampah jalan, lapangan, dan pertamanan.

Sampah ini terdiri dari pengotoran oleh pelewat jalanan atau pemakai jalan, pemakai lapangan dan pertamanan, pemotong rumput, reruntuhan bunga dan buah

f. Sampah selokan, riol dan septic tank.

Terdiri dari endapan-endapan dan benda-benda yang hanyut sebagai penyebab tersumbatnya selokan riol. Isi *septic tank* merupakan lumpur tinja yang biasanya diambil dan diangkut dengan mobil tangki tinja yang dilengkapi dengan pompa hisap.

2.1.3. Jumlah Timbulan Sampah

Menurut teori dari Tchobanoglous (1993), penyebab perbedaan jumlah timbulan sampah ada 2 faktor, yaitu

1. Alam

- Musim hujan atau musim kemarau,
- Iklim, daerah hujan kandungan air tinggi,
- Letak geografis

2. Manusia

- Perlakuan terhadap sampah, mulai dari frekuensi pengumpulan, perilaku masyarakat terhadap sampah, pengolahan sampah pada sumbernya, serta tingkat teknologi.
- Aktivitas sehari-hari, tingkat aktivitas tinggi menimbulkan sampah lebih banyak.
- Keadaan rumah, jenis peruntukan bangunan untuk rumah, kantor, pasar, atau industri.
- Jenis sampah, ada tidaknya proses daur ulang.
- Kondisi atau tingkat ekonomi.

Menurut SNI 19-3964-1994, bila pengamatan lapangan belum tersedia, maka untuk menghitung besaran, sistem, dapat digunakan angka timbulan sampah sebagai berikut:

- a. Satuan timbulan sampah pada kota besar: 2-2,5 L/org/hari atau 0,4-0,5 kg/org/hari.
- b. Satuan timbulan sampah pada kota sedang/kecil: 1,5-2 L/org/hari atau 0,3-0,4 kg/org/hari.

Sampah yang masuk di TPS umumnya lebih sedikit jumlahnya daripada jumlah sampah yang dihasilkan penduduk. Hal ini dikarenakan adanya pemulung sampah, sampah yang dibakar, sampah yang dibuang ke badan air, ataupun sampah yang dibuang begitu saja.

#### 2.1.4. Perhitungan Kuantitas Sampah

Besarnya timbulan sampah dapat dilakukan dengan pengukuran di lapangan atau dengan menggunakan data sampah terdahulu, atau beberapa kombinasi dari dua pendekatan. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk memperkirakan kuantitas sampah adalah (Tchobanoglous, 1993):

1. *Load-count analysis*, yaitu dengan cara menentukan muatan sampah individu dan karakteristik yang diambil dalam periode waktu tertentu.
2. *Weight-volume analysis*, yaitu dengan cara menentukan volume dan berat masing-masing muatan, sehingga dapat menghasilkan angka pasti dari berbagai sampah yang ada.
3. *Materials-balance analysis*, yaitu dengan cara melihat detail keseimbangan material di setiap sumber timbulan seperti di rumah tangga, kegiatan komersil, atau industri.

#### 2.1.5. Komposisi Sampah

Komponen pembentuk sampah biasanya dinyatakan dalam presentase berat. Informasi komposisi dari sampah diperlukan dalam mengevaluasi kebutuhan peralatan, sistem, serta manajemen program dan peralatan. Distribusi persentase aktual sampah pemukiman tergantung dari besarnya aktivitas, besarnya ketersediaan pelayanan pemukiman, tipe pengolahan air dan limbah yang digunakan. Komposisi sampah suatu daerah biasanya dibagi menurut kebijakan daerah tersebut, misalnya komposisi bahan dilihat dari komponen bahan-bahan yang menjadi materi sampah dalam presentase berat. Bahan-bahan tersebut meliputi: sisa makanan, kertas, kardus, plastik, tekstil, karet, kulit, sampah, debu, abu. Jika dilihat dari kategori sampahnya bisa dari perumahan dan komersial,

institusi, konstruksi, dan penghancuran pelayanan pemukiman, pengolahan air.

Komposisi sampah dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut (Tchobanoglous, 1993):

1. Sumber sampah
2. Aktivitas penduduk
3. Sistem pengumpulan dan pembuangan yang dipakai
4. Geografi
5. Sosial ekonomi
6. Musim / iklim
7. Teknologi
8. Waktu

#### 2.1.6. Sistem Pengolahan Sampah

Masalah pengolahan sampah sangat berkaitan dengan teknologi. Salvato (2003) mengatakan bahwa terdapat beberapa macam teknologi pengolahan sampah, antara lain:

- Pembakaran (*incineration*), cara pembakaran ini menimbulkan asap dan debu yang berterbangan kemana saja dan berpotensi menyebabkan penyakit saluran pernapasan apabila seringkali dilakukan. Keuntungan metode ini adalah pemusnahan sampah dengan *incenerator* tidak membutuhkan lahan yang luas, tidak bergantung pada cuaca, serta mampu mengurangi volume sampah hingga 90%. Kerugiannya, dengan sistem ini berpotensi mencemari udara.
- Pengomposan (*composting*), sampah yang diubah menjadi kompos adalah sampah organik yang dapat terurai. Sampah ditempatkan pada suatu galian tanah dan dibiarkan agar terjadi proses anaerobik atau proses dekomposisi. Kelebihan sistem pengomposan adalah lebih dari 50% sampah padat dimanfaatkan dan luas lahan yang dibutuhkan kecil. Kekurangannya, sistem ini diterapkan dengan sistem mekanis yang membutuhkan biaya tinggi.

Metode yang paling umum dipergunakan dalam kegiatan pengolahan sampah menurut Salvato (2003) adalah pembakaran dan pengomposan. Salvato juga mengemukakan bahwa ada beberapa aspek yang termasuk dalam kegiatan pengelolaan sampah, yaitu: pewardahan sampah (*storage*), pengumpulan (*collection*), pemindahan (*transfer*), pengangkutan (*transport*), pengolahan (*processing*), dan pembuangan akhir (*disposal*).

Seiring bertambahnya populasi, masalah pengolahan sampah semakin kompleks karena jumlahnya yang semakin banyak dan jenisnya lebih beragam, namun pendanaannya terbatas. Sebagai konsekuensinya, jika pengolahan sampah harus dicapai dengan cara yang efisien dan teratur, aspek-aspek penting dan hubungan yang terlibat harus diidentifikasi, disesuaikan untuk keseragaman data, dan dipahami dengan jelas.

Volume sampah yang besar dan beranekaragam jenisnya jika tidak dikelola dengan baik dan benar sangat berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan yang kompleks dan serius, salah satunya pencemaran air oleh lindi yang keluar dari tumpukan sampah dan mengalir menuju badan perairan ataupun meresap ke dalam tanah.

## **2.2. Kualitas dan Kuantitas Air Tanah**

Air tanah merupakan salah satu sumber daya alam yang dapat terbarukan dan dapat dimanfaatkan sebagai air untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Air merupakan suatu sumber kehidupan dan kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan, oleh karena itu perlu diperhatikan kualitasnya agar tidak memberikan pengaruh buruk terhadap kesehatan, sehingga manusia dapat terhindar dari penyakit yang dapat merugikan tubuh manusia.

Air mengalami suatu daur yang disebut siklus hidrologi. Air laut, danau, sungai, waduk air di permukaan tanah lainnya, tanaman dan lain-lain menguap karena panas matahari. Uap air di udara membentuk awan dan

akhirnya mengembun dan menjadi titik air hujan dan jatuh ke permukaan tanah, sebagian mengalir di atas permukaan tanah dan sebagian meresap ke dalam tanah dan menjadi sumber air baru bagi kehidupan (Shah & Patel, 2008). Dan selanjutnya air tersebut akan menguap kembali dengan bantuan panas matahari dan seterusnya. Dari siklus hidrologi tersebut yang dapat menyebabkan tercemarnya sumber air bersih ada 2 kemungkinan, yaitu tanah tempat sumber air bersih yang sudah terkontaminasi, atau sesaat sebelum meresap ke dalam tanah air tersebut sudah tercemari oleh bahan lain. Pencemar air tanah dari limbah penduduk dapat berasal dari pembuangan sampah yang terjadi pada daerah pemukiman padat, akibat terbatasnya lahan tempat penampungan sampah, pengangkutan sampah yang kurang lancar serta kurangnya kesadaran masyarakat tentang kebersihan.

Air selain bermanfaat juga dapat menimbulkan penyakit, hal ini dikarenakan kemampuan air untuk melarutkan zat padat serta mengabsorpsi zat cair lainnya, sehingga secara alami semua air akan mengandung zat mineral yang diperoleh baik dari udara maupun tanah selama proses air tersebut mengalir. Kandungan zat-zat ini jika konsentrasinya di dalam air melebihi baku mutu yang ditetapkan akan menimbulkan penyakit bagi yang menggunakannya.

Sesuai dengan ketentuan umum Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 (Kelas I) tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, air Kelas I yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Umumnya sumber air bersih berasal dari air tanah, baik yang dapat digunakan langsung maupun harus diolah terlebih dahulu. Air bersih harus memenuhi beberapa persyaratan baik secara kuantitatif maupun kualitatif.

### 2.3.1. Persyaratan Kualitatif

Kualitas air ditandai dengan sifat kimia (organik & anorganik), fisik, serta mikrobiologi. Pemantauan dan pengujian pada suatu konstituen harus fokus pada suatu bahan yang bersifat berbahaya bagi kesehatan manusia (National Research Council, 2008). Unsur kimia yang terdapat pada air tanah masuk ke dalam suatu akuifer melalui bentuk air hujan yang meresap melalui pori-pori tanah.

Persyaratan kualitatif, menggambarkan mutu atau kualitas dari air bersih. Persyaratan ini meliputi persyaratan fisik, kimia, biologis, dan radiologis. Syarat-syarat tersebut dapat dilihat berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 (Kelas I) tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air yang akan ditunjukkan pada lampiran.

#### a. Syarat-syarat kimiawi air

Ditinjau dari segi pengaruhnya, sifat kimia air dapat dikelompokkan menjadi beberapa golongan, yaitu:

- Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) yang dipersyaratkan untuk air bersih adalah 6 sampai 9. Apabila lebih kecil dari 6 atau lebih besar dari 9 akan menyebabkan korosi pada pipa-pipa air yang dapat membentuk senyawa kimia bersifat toksik dan mengganggu kesehatan. Air akan bersifat asam atau basa tergantung besar kecilnya pH. Bila pH di bawah pH normal, maka air tersebut bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH di atas pH normal bersifat basa. Air limbah dan bahan buangan industri akan mengubah pH air yang akhirnya akan mengganggu kehidupan biota akuatik.

- Zat organik

Zat organik dapat diketahui konsentrasinya dalam air dengan menggunakan nilai permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) sebagai tolak ukur. Batas aman yang masih diperkenankan adalah 10 mg/liter, apabila zat

organiknya melebihi batas tersebut maka air akan menimbulkan bau tidak sedap dan dapat menimbulkan sakit perut atau mual.

- Zat-zat kimia lainnya yang terdapat di dalam air, di antaranya sianida (CN), amoniak (NH<sub>3</sub>), karbondioksida (CO<sub>2</sub>), hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S), nitrat (NO<sub>3</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>), sulfid (SO<sub>2</sub>), dan fosfat (PO<sub>4</sub>).

#### 1. Amonia (NH<sub>3</sub>)

Menurut Schwab *et. al.* (1996), Amonia merupakan senyawa nitrogen yang menjadi NH<sub>4</sub> pada pH rendah yang disebut amonium. Amonia dalam air permukaan berasal dari air seni dan tinja serta dari oksidasi zat organik secara mikrobiologi yang berasal dari industri dan penduduk.

Amonia berada dimana-mana dalam jumlah yang kecil beberapa mg/liter sampai dengan 30 mg/l pada air buangan. Kadar amonia yang tinggi pada air menunjukkan adanya pencemaran. Pada air minum konsentrasi amonia harus nol dan pada air sungai harus di bawah 0,5 mg/l (syarat mutu air sungai di Indonesia).

Amonia (NH<sub>3</sub>) merupakan senyawa nitrogen. Pada bentuk cairan, amonia terdapat dalam 2 bentuk yaitu amonia bebas atau tidak terionisasi (NH<sub>3</sub>) dan dalam bentuk ion amonia (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Perbandingan amonia dalam kedua bentuk tersebut sangat dipengaruhi oleh nilai pH dan suhu. Sebagai contoh pada pH sekitar 9, sekitar setengah dari total amonia terdapat dalam bentuk tidak terionisasi. Standar kualitas air menggunakan bentuk total amina ini, untuk menyatakan batas amonia dalam air bersih maksimum adalah 2 mg/l pada pH sama atau lebih besar dari 8. Pada pH tersebut konsentrasi amonia tidak terionisasi pada air sungai bersuhu 20°C adalah 0.074 mg/L. Konsentrasi amonia yang tinggi pada air selalu menunjukkan adanya pencemaran. Rasa NH<sub>3</sub> kurang enak, sehingga kadar NH<sub>3</sub> harus rendah.

## 2. Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) dan Nitrit ( $\text{NO}_2$ )

Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) adalah ion-ion anorganik alami yang merupakan bagian dari siklus nitrogen. Aktivitas mikroba di tanah atau air menguraikan sampah yang mengandung Nitrogen organik pertama-tama menjadi amonia, kemudian dioksidasikan menjadi nitrit dan nitrat. Nitrat dan nitrit merupakan bentuk nitrogen yang teroksidasi. Nitrit biasanya tidak bertahan lama dan merupakan keadaan sementara proses oksidasi antara amoniak dan nitrat

Oleh karena nitrit dapat dengan mudah dioksidasikan menjadi nitrat, maka nitrat adalah senyawa yang paling sering ditemukan di dalam air bawah tanah maupun air yang terdapat di permukaan.

Nitrit dan nitrat terjadi akibat proses nitrifikasi yang merubah amonia/amonium menjadi nitrit oleh bakteri *nitrosomonas*, kemudian nitrit tersebut berubah lagi menjadi nitrat oleh bakteri *nitrobacter*. Reaksi kimia yang terjadi dapat dilihat di bawah ini:



Proses nitrifikasi ini memerlukan oksigen yang sangat besar sehingga dapat menurunkan oksigen terlarut. Kurang lebih 4,3 mg  $\text{O}_2$  untuk mengoksidasi 1 mg  $\text{NH}_4$  menjadi nitrat.

Nitrit merupakan bentuk nitrogen yang hanya sebagian teroksidasi. Nitrit dalam air merupakan peruraian biologis dari zat organik. Keberadaan nitrit dalam air merupakan petunjuk adanya pencemaran bahan organik. Nitrit tidak ditemukan dalam air limbah yang segar, melainkan dalam limbah yang sudah basi atau lama. Nitrit tidak dapat bertahan lama dan merupakan keadaan sementara proses oksidasi antara amoniak dan nitrat. Nitrit bersumber dari bahan-bahan yang bersifat korosif dan banyak dipergunakan di pabrik-pabrik. Nitrit tidak tetap dan dapat berubah menjadi amoniak atau dioksidasi menjadi nitrat.

Pengaruh nitrit pada kesehatan manusia yaitu, dapat menyebabkan methamoglobinemia dan efek racun kandungan nitrit dalam air lebih besar dari 0 (nol) mg/l.

Nitrat sangat mudah larut dalam air dan memiliki sifat yang relatif stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi yang sempurna di perairan. Pada dasarnya, nitrat merupakan sumber utama nitrogen di perairan, akan tetapi tumbuhan lebih menyukai amonia untuk digunakan dalam proses pertumbuhan.

Nitrat dengan konsentrasi tinggi merupakan indikasi adanya sumber polutan dalam air tanah. Kandungan nitrat umumnya kurang dari 10 mg/l untuk air tanah dengan komposisi biasa. Kadar nitrat lebih dari 5 mg/l menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia dan tinja hewan. Air hujan memiliki kadar nitrat sekitar 0,2 mg/l. Pada perairan yang menerima limpasan air dari daerah pertanian yang banyak mengandung pupuk, kadar nitrat dapat mencapai 1.000 mg/l.

### 3. Fosfat ( $\text{PO}_4$ ),

Fosfat merupakan senyawa dari fosfor yang terdapat di alam dalam bentuk organik dan anorganik. Senyawa fosfat organik adalah fosfor yang terikat dengan senyawa-senyawa organik sehingga tidak berada dalam keadaan bebas. Dalam air bersih atau air buangan, fosfor yang bebas hampir tidak ditemui. Senyawa fosfat anorganik terdiri dari ortofosfat dan polifosfat. Ortofosfat adalah senyawa monomer seperti  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$ , sedangkan polifosfat atau disebut juga dengan *condensed phosphates* merupakan senyawa polimer seperti  $(\text{PO}_3)_6^{3-}$  (heksametafosfat),  $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$  (tripolifosfat) dan  $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$  (pirofosfat) (Schwab *et al*, 1996).

Setiap senyawa fosfat yang telah disebutkan di atas berada di alam dalam bentuk terlarut, tersuspensi atau terikat di dalam sel

organisme. Dalam air limbah, senyawa fosfat dapat berasal dari limbah domestik, industri dan pertanian. Dalam limbah domestik biasanya terdapat fosfat dalam bentuk polifosfat dan fosfat organis. Dari limbah industri yang mengandung deterjen dihasilkan polifosfat. Sedangkan dari kegiatan pertanian dihasilkan ortofosfat yang berasal dari bahan pupuk (Schwab *et al*, 1996).

Menurut Sawyer (2003), limbah domestik relatif kaya akan fosfat. Deterjen sintetis umumnya memiliki kandungan fosfat anorganik sebesar 2 hingga 3 mg/L dan fosfat organik sebesar 0,5 hingga 1,0 mg/L. Pada umumnya, deterjen sintetis dalam bentuk padat yang didesain untuk kebutuhan rumah tangga mengandung sejumlah besar polifosfat, bahkan hingga 50%. Sebagian fosfat anorganik juga ditemukan dari limbah manusia sebagai hasil pengrusakan protein dan asam nukleat secara metabolis dan pemusnahan fosfor bebas dalam urin.

### 2.3.2. Persyaratan Kuantitatif

Jumlah air bersih yang dibutuhkan untuk kebutuhan rumah tangga bervariasi, bergantung pada sumber air yang tersedia, kebiasaan masyarakat, harga langganan air, dan aspek-aspek pengelolaan air. Besarnya jumlah air yang dibutuhkan bergantung pula pada tingkat kemajuan suatu negara. Negara-negara dengan tingkat kesejahteraan yang tinggi akan membutuhkan air lebih banyak.

## 2.3. Air Tanah

Air tanah merupakan sumber daya alam yang sangat penting mengingat bahwa hampir 97% air bersih berasal dari air tanah dan 3% berasal dari sungai, danau dll (National Research Council, 2008). Air tanah sejak terbentuk di daerah hulu dan mengalir ke daerah hilirnya, melalui ruang antara dari batuan

penyusun akuifer. Dalam perjalanan tersebut air tanah melarutkan mineral batuan serta dipengaruhi oleh kondisi lingkungannya. Oleh sebab itu, mutu air tanah dari satu tempat ke tempat lain sangat beragam tergantung dari jenis batuan, di mana air tanah tersebut meresap, mengalir, dan berakumulasi, serta kondisi lingkungan. Kualitas air merupakan salah satu faktor dalam menentukan kesejahteraan manusia. Kehadiran bahan pencemar di dalam air dalam jumlah tidak normal mengakibatkan air dinyatakan sebagai terpolusi.

Air tanah banyak mengandung garam dan mineral yang terlarut pada waktu air melalui lapisan-lapisan tanah. Secara praktis air tanah terbebas dari polutan karena berada di bawah permukaan tanah. Namun tidak menutup kemungkinan air tanah dapat tercemar oleh zat-zat yang mengganggu kesehatan terbawa oleh aliran permukaan tanah. Dibedakan dari kedalamannya, air tanah dibagi menjadi tiga, yaitu (Hendryana, 2002):

a. Air tanah dangkal

Air tanah ini berasal dari lapisan air di dalam tanah yang dangkal. Biasanya berkisar antara 5 - 15 meter dari permukaan tanah atau lebih, tergantung dari kedalaman cekungan air tanah daerahnya.

b. Air tanah dalam

Air ini berasal dari lapisan kedua di dalam tanah, terdapat pada lapisan rapat air pertama dengan kedalaman 100 – 300 meter. Oleh karena itu, sebagian besar air dalam ini sudah cukup sehat untuk dijadikan air minum yang langsung tanpa melalui proses pengolahan.

c. Mata air

Mata air adalah air yang keluar dari mata air ini biasanya berasal dari air tanah yang muncul secara alamiah. Air dari mata air ini bila belum tercemar oleh kotoran sudah dapat dijadikan air minum langsung.

Biasanya air tanah dalam dan mata air kualitasnya lebih baik daripada air tanah dangkal, karena air tanah dangkal lebih mudah terkontaminasi dari luar dan fungsi tanah sebagai penyaring lebih sedikit.

Dari sekian banyaknya parameter air, parameter yang pada umumnya diuji dalam proses analisis kualitas air tanah meliputi 3 parameter yaitu:

1. Parameter fisika yang meliputi:

- Kekeruhan ( turbidity )
- Bau
- Warna (color)
- Suhu (temperatur)
- Konduktivitas
- *Total Dissolved Solid* (total padatan terlarut)

2. Parameter kimia yang meliputi:

- PH
- Kesadahan (hardness)
- Alkalinitas (alkalinity)
- DO (Kadar Oksigen Terlarut)
- BOD<sub>5</sub> (Biochemical Oxygen Demand)
- Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )
- Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ )
- Amonia (  $\text{NH}_3$  )
- Fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ )
- Besi
- Mangan
- Klorida
- Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

3. Parameter mikrobiologi yang meliputi:

- Bakteri E.Coli
- Total Coliform

Namun dari ketiga parameter di atas, hanya beberapa dari parameter kimia yang diujikan, karena parameter tersebut terkait dengan pengaruhnya dari komposisi kimia air lindi yang terpampang pada tabel 2.1, seperti pH,

fosfat, amonia, nitrit, nitrat, dan zat organik. Penjelasan selanjutnya akan dijabarkan pada bab 3.

#### 2.4.1. Sumber Air Tanah

Hampir semua air tanah dapat dianggap sebagai bagian dari siklus hidrologi dan berasal dari salah satu sumber berikut (Shah & Patel, 2008):

- Air meteorik merupakan air berasal dari curah hujan. Meskipun sebagian besar dari air hujan mencapai laut melalui aliran permukaan, sebagian besar air yang jatuh pada permukaan dalam bentuk infiltrat mengendap atau merembes ke bawah permukaan dan membentuk air tanah. Sebagian besar air yang diperoleh dari persediaan tanah berada pada kategori ini. Infiltrasi air hujan dimulai setelah air mencapai tanah, dan juga dapat mengambil tempat dari badan air permukaan seperti sungai, danau dan laut, dalam proses hampir terus-menerus.
- Air bawaan merupakan air yang keluar dari kontak dengan atmosfer selama setidaknya satu bagian dari periode geologi disebut sebagai air bawaan. Ini terdiri dari fosil interstisial air yang telah bermigrasi dari lokasi aslinya. Air ini mungkin telah diturunkan dari sumber air laut atau air bersih dan sangat termineralisasi. Banyak sedimen batuan penting, seperti kapur, batu pasir yang disimpan dan konsolidasi di bawah air tanah atau meskipun pemadatan mungkin memeras keluar sebagian besar air awalnya hadir dalam pori-pori antara butir, namun air mungkin masih dipertahankan dalam ruang antar-butiran batuan tersebut.
- Air juvenile merupakan air yang berasal dari magma, dimana pemisahan dalam istilah air plutonik diterapkan, sementara air vulkanik berasal dari kedalaman relatif dangkal (3 m sampai 5 m). Air baru asal magmatik atau kosmis yang belum sebelumnya pernah menjadi bagian dari hidrosfer disebut sebagai air remaja.

#### 2.4.2. Pencemaran Air Tanah

Air yang berasal dari permukaan ketika meresap kedalam dalam tanah maka dengan seketika air tersebut akan berinteraksi secara fisik, kimia dan biologi sehingga mengubah kualitas dari air tersebut. Air tanah yang belum tercemar memiliki kualitas air yang jernih, tidak berwarna serta bebas dari kotoran. Hal tersebut dikarenakan ketika terjadi proses presipitasi maka kotoran-kotoran yang terbawa air akan tersaring oleh butiran-butiran partikel pada lapisan tanah (Lehr & Keeley, 2005). Di dalam menentukan suatu kualitas air tanah diperlukan beberapa parameter di dalam mengetahui kandungan yang terdapat di dalam air (National Research Council, 2008).

Menurut Schwab (1996), pencemaran air terdiri dari bermacam-macam jenis, antara lain:

##### a. Pencemaran Mikroorganisme dalam Air

Berbagai kuman penyebab penyakit pada makhluk hidup seperti bakteri, virus, protozoa, dan parasit sering mencemari air. Kuman yang masuk ke dalam air tersebut berasal dari buangan limbah rumah tangga maupun buangan dari industri peternakan, rumah sakit, tanah pertanian dan lain sebagainya. Pencemaran dari kuman penyakit ini merupakan penyebab utama terjadinya penyakit pada orang yang terinfeksi. Penyakit yang disebabkan oleh pencemaran air ini disebut *water-borne disease* dan sering ditemukan pada penyakit tifus, kolera, dan disentri.

##### b. Pencemaran Air oleh Bahan Anorganik Nutrisi Tanaman

Penggunaan pupuk nitrogen dan fosfat dalam bidang pertanian telah dilakukan sejak lama secara meluas. Pupuk kimia ini dapat menghasilkan produksi tanaman yang tinggi sehingga menguntungkan petani. Tetapi di lain pihak, nitrat dan fosfat dapat mencemari sungai, danau, dan lautan. Sumber pencemaran nitrat ini tidak hanya berasal dari pupuk pertanian saja, karena di atmosfer bumi mengandung 78% gas nitrogen. Pada waktu hujan dan terjadi kilat dan petir, di udara akan terbentuk amoniak dan nitrogen terbawa air hujan menuju permukaan tanah. Nitrogen akan bersenyawa dengan komponen yang kompleks lainnya.

c. Pencemar Bahan Kimia Anorganik

Bahan kimia anorganik seperti asam, garam dan bahan toksik logam lainnya seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), merkuri (Hg) dalam kadar yang tinggi dapat menyebabkan air tidak enak diminum. Disamping dapat menyebabkan matinya kehidupan air seperti ikan dan organisme lainnya, pencemaran bahan tersebut juga dapat menurunkan produksi tanaman pangan dan merusak peralatan yang dilalui air tersebut.

d. Pencemar Bahan Kimia Organik

Bahan kimia organik seperti minyak, plastik, pestisida, larutan pembersih, detergen dan masih banyak lagi bahan organik terlarut yang digunakan oleh manusia dapat menyebabkan kematian pada ikan maupun organisme air lainnya. Lebih dari 700 bahan kimia organik sintetis ditemukan dalam jumlah relatif sedikit pada permukaan air tanah untuk diminum di Amerika, dan dapat menyebabkan gangguan pada ginjal, gangguan kelahiran, dan beberapa bentuk kanker pada hewan percobaan di laboratorium. Tetapi sampai sekarang belum diketahui apa akibatnya pada orang yang mengkonsumsi air tersebut sehingga dapat menyebabkan keracunan kronis.

Menurut Shah & Patel (2008), mutu air tanah dinyatakan menurut sifat fisik, kandungan unsur kimia, ataupun bakteriologi. Persyaratan mutu air tanah telah dibakukan berdasarkan penggunaannya, seperti mutu air untuk air minum, air irigasi, maupun industri. Beberapa unsur utama kandungan air tanah 1,0 hingga 1000 mg/l adalah sodium, kalsium, magnesium, bikarbonat, sulfat, dan khlorida. Kandungan khlorida yang tinggi merupakan indikasi adanya pencemaran bersumber dari air limbah atau intrusi air laut. Sementara kandungan nitrat sebagai unsur sekunder 0,01 hingga 10 mg/l bersumber dari limbah manusia, tanaman, maupun pupuk buatan. Dari segi kuantitas, apabila air tanah dipakai sebagai sumber air baku air bersih relatif cukup. Tetapi jika dilihat dari segi kontinuitas, penggunaan air tanah harus dibatasi karena dikhawatirkan dengan pengambilan yang terus-menerus akan menyebabkan penurunan muka air

tanah. Sehingga kemungkinan jika muka air tanah lebih rendah dari air laut, maka air laut akan mengisi kekosongan air tanah yang disebut peristiwa intrusi air laut.

Menurut UU Republik Indonesia No 32 tahun 2009 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang dimaksud dengan pencemaran lingkungan hidup yaitu masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Demikian pula dengan lingkungan air tanah yang dapat pula tercemar karena masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup atau zat yang membahayakan bagi kesehatan.

#### 2.4.3. Peranan Air Dalam Memindahkan Penyakit

Air menjadi hal utama dalam kehidupan. Bahkan tubuh manusia sebagian besar terdiri dari cairan. Air dibutuhkan tubuh untuk proses metabolisme tubuh, antara lain proses respirasi, pencernaan, fungsi glandular, sirkulasi darah, dan proses pembuangan. Air adalah media transportasi yang membawa gizi makanan ke sel-sel tubuh dan mengeluarkan banyak material kotor dari sel untuk dibuang. Apabila tinggal di daerah yang buruk kualitas airnya, maka akan rentan dengan penyakit yang dibawa oleh air, seperti keracunan, diare, thypus, kolera, dan lain sebagainya. Dengan mengkonsumsi air yang tercemar, tubuh akan dengan cepat menerima penyakit. Air selain digunakan untuk minum, juga digunakan keperluan untuk memasak, mandi, mencuci, dan memelihara kebersihan. Penggunaan air untuk memelihara kebersihan perseorangan merupakan kondisi yang dapat mencegah penyakit saluran pencernaan, infeksi kulit dan mata. Infeksi pencernaan disebabkan oleh organisme penyakit yang menular melalui alat penyiapan makanan atau minuman yang tidak dicuci bersih.

#### 2.4.4. Pergerakan Aliran Air Tanah

Secara prinsip dapat dikatakan, bahwa penyebab utama dari segala bentuk keberadaan air tanah adalah Bergeraknya air. Sekalipun didukung oleh permeabilitas dan porositas yang baik, infiltrasi, perkolasi, dan pengisian kembali air tanah tidak akan mungkin berlangsung apabila air tersebut tidak bergerak. Sifat dasar air yang mampu bergerak ke berbagai arah memungkinkan segalanya itu. Air yang diterima permukaan bumi akhirnya, jika permukaannya tidak kedap air, akan bergerak ke dalam tanah dengan dukungan gaya gravitasi dan efek kapiler (Shah & Patel, 2008).

Ketika hujan turun ke tanah, air tidak berhenti bergerak. sebagian mengalir sepanjang permukaan tanah untuk sungai atau danau, sebagian digunakan oleh tanaman, sebagian lagi menguap dan kembali ke atmosfer, dan merembes bawah tanah, ke dalam pori-pori antara formasi pasir, tanah liat dan batu yang disebut akuifer. Air bergerak melalui akuifer seperti segelas air dituangkan ke tumpukan pasir.

Menyinggung pergerakan air tanah, tentu akan menyinggung pula kecepatan alirannya. Menurut Hukum Darcy, kecepatan semu aliran berbanding lurus dengan gradien hidrolis. Semakin curam gradien hidrolis, memungkinkan air tanah bergerak mengalir semakin cepat. Namun, porositas dan permeabilitas lapisan tanah atau lapisan batuan yang dilaluinya memiliki peranan yang besar dalam mengendalikan kecepatan pergerakan mengalirnya air tanah.

Air yang mengalir dengan pergerakan jauh lebih lambat dibanding pergerakan air di atas permukaan tanah. Kecepatan gerak rata-rata 0,5 - 1 meter/hari. Laju kecepatannya tergantung kepada ukuran pori-pori dalam lapisan batu-batu (laju gerakannya lebih cepat melalui lapisan batu-batu yang berpori besar), derajat kemiringan hidrolis dari lapisan batu pembawa air, jarak tempuh, dan temperatur yang menentukan kecairannya. Dalam lapisan tanah dan batu yang sulit diterobos air, air tanah memerlukan waktu

berbulan-bulan untuk mencapai jarak beberapa ratus meter (Shah & Patel, 2008).

Menurut Hendryana (2002), Selama proses pengalirannya mulai dari daerah imbuhan sampai dengan daerah pelepasan, air tanah mengalir melalui sistem akuifer yang mempunyai karakteristik berbeda-beda. Hal inilah yang menyebabkan air tanah mengandung berbagai mineral dan kandungan zat lain, baik yang memberikan dampak positif maupun negatif terhadap kesehatan manusia. Pengaruh mineral batuan terhadap kualitas air tanah inilah yang menyebabkan perbedaan kualitas air tanah di berbagai daerah sesuai dengan kondisi geologi setempat. Selain pengaruh alamiah berupa kandungan mineral batuan, kualitas air tanah juga dipengaruhi oleh berbagai aktivitas manusia yang secara langsung memberikan kontribusi kandungan zat-zat tertentu dalam air tanah. Sebagai akibatnya adalah kualitas air tanah terus berkembang sejalan dengan pengalirannya yang dipengaruhi oleh kondisi alam yang dilaluinya, serta berbagai macam aktivitas manusia di atasnya.

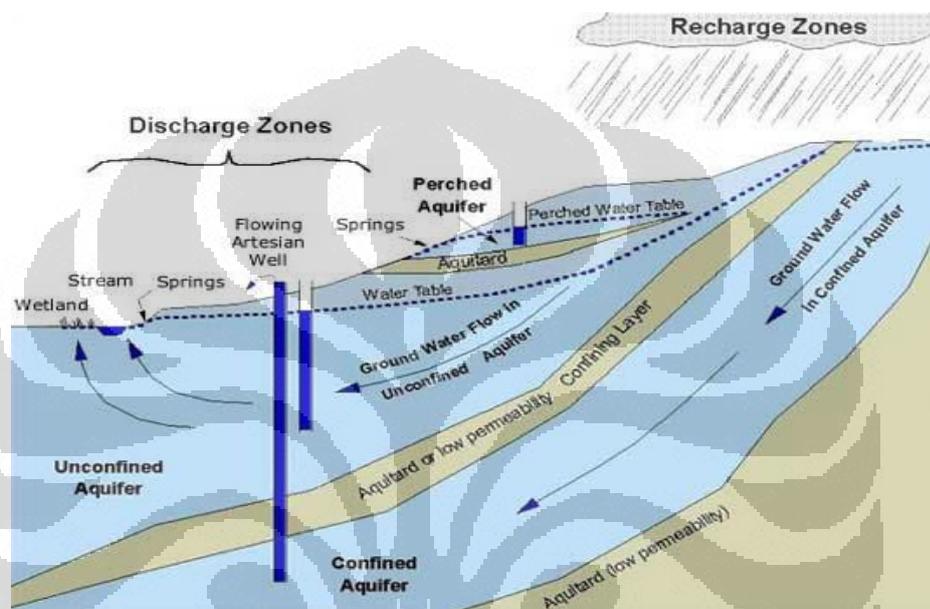
Menurut Todd (2005), model aliran air tanah itu akan dimulai pada daerah resapan air tanah atau sering juga disebut sebagai daerah imbuhan air tanah (*recharge zone*). Daerah ini adalah wilayah dimana air yang berada di permukaan tanah baik air hujan ataupun air permukaan mengalami proses infiltrasi secara gravitasi melalui lubang pori tanah/batuan atau celah pada tanah/batuan. Proses infiltrasi ini akan berakumulasi pada satu titik dimana air tersebut menemui suatu lapisan atau struktur batuan yang bersifat kedap air. Titik akumulasi ini akan membentuk suatu zona jenuh air (*saturated zone*) yang seringkali disebut sebagai daerah luahan air tanah (*discharge zone*). Perbedaan kondisi fisik secara alami akan mengakibatkan air dalam zonasi ini akan bergerak baik secara gravitasi, perbedaan tekanan, kontrol struktur batuan dan parameter lainnya. Kondisi inilah yang disebut sebagai aliran air tanah. Daerah aliran air tanah ini selanjutnya disebut sebagai daerah aliran (*flow zone*). Dalam

perjalanannya aliran air tanah ini seringkali melewati suatu lapisan akifer yang di atasnya memiliki lapisan penutup yang bersifat kedap air, hal ini mengakibatkan perubahan tekanan antara air tanah yang berada di bawah lapisan penutup dan air tanah yang berada di atasnya. Perubahan tekanan inilah yang didefinisikan sebagai air tanah tertekan (*confined aquifer*) dan air tanah bebas (*unconfined aquifer*).

Akuifer bebas atau akuifer tidak tertekan (*unconfined aquifer*) adalah air tanah dalam akuifer yang tertutup lapisan impermeable, dan merupakan akuifer yang mempunyai muka air tanah. Akuifer ini merupakan akuifer yang jenuh air. Lapisan pembatasnya merupakan lapisan semikedap (*aquitard*) pada bagian bawahnya dan tidak ada pembatas *aquitard* di lapisan atasnya, batas di lapisan atas berupa muka air tanah. Permukaan air tanah bebas adalah batas antara zona yang jenuh dengan air tanah dan zona yang tak jenuh dengan air tanah. Air tanah dangkal ini banyak dimanfaatkan oleh penduduk untuk berbagai keperluan dengan kedalaman sumur umumnya antara 1 – 25 meter. Dalam kehidupan sehari-hari pola pemanfaatan air tanah bebas sering kita lihat dalam penggunaan sumur gali oleh penduduk. Melalui pola aliran air tanah inilah masuknya air lindi tersebut ke dalam air tanah.

Akuifer tertekan (*confined aquifer*) adalah suatu akuifer dimana air tanah terletak di bawah lapisan kedap air (*impermeable*) dan mempunyai tekanan lebih besar daripada tekanan atmosfer. Air yang mengalir pada lapisan pembatasnya, karena *confined aquifer* merupakan akuifer yang jenuh air yang dibatasi oleh lapisan kedap air di atas dan bawahnya. Akifer yang terletak di antara lapisan kedap air ini, umumnya merupakan air tanah dalam dengan kedalaman umumnya lebih dari 40 m dan terletak di bawah akuifer bebas. Air tanah dalam adalah air tanah yang kualitas dan kuantitasnya lebih baik daripada air tanah dangkal, oleh karenanya umum dipergunakan oleh kalangan industri termasuk di dalamnya kawasan pertambangan

Menurut Hendryana (2002), kedalaman muka air tanah di Jakarta pada sistem akuifer tidak tertekan berkisar 0 – 40 m dan kedalaman muka air tanah pada sistem akuifer tertekan dibagi lagi menjadi beberapa lapisan yaitu sistem akuifer tertekan atas dengan kedalaman 40 – 100 m, sistem akuifer tertekan tengah dengan kedalaman 100 – 140 m, dan sistem akuifer tertekan bawah dengan kedalaman muka air tanahnya 140 – 250 m.



Gambar 2.1 Pergerakan Aliran Air Tanah

Sumber: Todd, 2005

#### 2.4.5. Peranan Tanah Dalam Air Tanah

Ditinjau dari pengertian tanah serta sanitasi lingkungan, fungsi tanah dalam hal sanitasi lingkungan yaitu melindungi dan menetralkan zat-zat berbahaya yang terdapat dalam sampah ataupun limbah, dimana ketika ada pencemaran pada lingkungan maka tanah itu merupakan salah satu unsur yang peranannya cukup penting dalam mengatasi pencemaran suatu lingkungan tersebut, seperti penyangga kimia (*buffer*), penyaringan, pengendapan, pengalihragaman (*transformer*), serta pengendali biologi (Van der Perk, 2006). Dalam kaitannya dengan pencemaran lingkungan, fungsi-fungsi tanah tersebut sangat penting peranannya sebagai pelindung

dan penetralisir zat-zat berbahaya yang terdapat dalam sampah maupun limbah. Berikut merupakan beberapa peranan tanah untuk mengendalikan pencemaran air tanah (Van der Perk, 2006):

- Tanah Sebagai Fungsi Penyaring Tanah, sebagai fungsi penyaring karena tubuh tanah terdiri dari jaringan yang memiliki beberapa lapisan dengan kepadatan dan struktur yang berbeda pada tiap lapisan. Limbah atau sampah yang mengandung bahan beracun berupa debu yang mengendap, baik dari udara maupun dari perairan ditahan oleh tanah atas sehingga tidak terbawa atau ikut terserap masuk ke dalam tanah. Oleh karena itu tanah bawah dan air tanah akan terhindar dari masuknya zat-zat beracun yang berasal dari limbah maupun sampah tersebut.
- Tanah Sebagai Fungsi Penyangga, sebagai fungsi penyangga tanah memiliki kemampuan untuk menjerap zat-zat beracun yang bersifat cair dan terlarut. Fungsi penyangga tanah tidak terlepas dari kadar lempung terutama mentmorilonit, dan bahan organik yang terkandung di dalam tanah. Fungsi pengendapan secara kimiawi berkaitan dengan pH dan potensial redoks. Dengan demikian maka air limpasan (*runoff*) dan air perkolasi terbersihkan dari zat-zat beracun, oksida-oksida N dan S, sisa pupuk dan sisa pestisida yang terlarut. Penangkapan senyawa-senyawa amonium, nitrat dan fosfat yang terlarut dalam air limpasan dan dalam air perkolasi sebelum masuk ke air tanah untuk menghindarkan eutrofikasi perairan.
- Tanah Sebagai Fungsi Pengalihragaman, sebagai fungsi pengalihragaman tanah memiliki edafon, khususnya flora renik, atas senyawa pencemar organik seperti zat-zat yang terkandung dalam air urin, tinja, kotoran hewan, serta rembesan pestisida organik. Senyawa-senyawa tersebut akan dirombak dan diubah dengan proses mineralisasi dan humifikasi menjadi zat-zat yang tidak berbahaya. Penguraian bahan organik juga dapat menanggulangi pemasukan bahan organik yang mudah teroksidasi ke perairan. Selain itu penguraian bahan organik juga bermanfaat untuk menetralsisir penghangatan oksigen terlarut di perairan.

Jika terjadi penghangatan perairan dapat mendorong dan memicu pertumbuhan tumbuhan air terutama alga dan enceng gondok yang tidak terkendali.

- Tanah Sebagai Fungsi Pengendali Biologi, sebagai fungsi pengendali tanah berguna untuk menekan serangan penyakit yang bersumber dari tanah. Beberapa jenis penyakit seperti jenis jamur patogen dapat ditekan perkembangannya dengan montmorilonit, koloid humus dan beberapa bakteri tanah. Lempung montmorilonit dapat memperbesar daya saing bakteri melawan jamur dengan cara menjerap miselium jamur yang tidak terjerap oleh bakteri. Dengan demikian lempung montmorilonit memperkuat daya tindh bakteri atas jamur patogen. Dengan demikian tanah yang banyak mengandung lempung montmorilonit atau koloid humus mampu menjalankan fungsinya sebagai pengendali biologi. Tanah yang memiliki kandungan lempung montmorilonit serta kaya akan koloid humus adalah vertisol. Ekosistem tanah yang sehat berarti memiliki keaneragaman edafon, yang menyebabkan tanah mampu berfungsi sebagai pengendali biologi. Dengan demikian maka ketersediaan vertisol serta tanah yang kaya akan bahan organik sangat diperlukan dalam upaya sanitasi lingkungan.

#### **2.4. Air Lindi**

Air lindi merupakan air yang terkontaminasi oleh sampah di lahan pembuangan. Lindi mengandung unsur limbah yang larut, tidak tertahan oleh tanah, dan tidak terdegradasi secara kimia maupun biokimia (Sawyer et al., 2003). Lindi ini terbentuk pada saat air menembus melalui timbunan sampah yang mengalami proses dekomposisi.

Sumber air yang memacu timbulnya lindi berasal umumnya dari rembesan air hujan ke dalam timbunan sampah atau air tanah yang tinggi di samping cairan yang terkandung dalam sampah. Pada saat air menembus dalam timbunan sampah akan terjadi reaksi dengan sampah baik secara

kimiawi maupun biologis. Proses biologis akan berlangsung secara terus menerus di dalam timbunan sampah sampai jangka waktu yang panjang tergantung pada tahap penguraian yang ada dan ketersediaan oksigen.

Masuknya lindi ke dalam air tanah akan menyebabkan turunnya kualitas air tersebut. Selain mencemari air permukaan, lindi juga berpotensi mencemari air dalam tanah. Gerakan air lindi ke dalam tanah mengikuti aliran air tanah. Gerakan air lindi dalam tanah terjadi seperti suatu cairan mengalir di dalam tanah-tanah jenuh air. Pada semua kasus gerakan air dikendalikan oleh laju aliran air yang diketahui sebagai konduktivitas hidrolis tanah dan juga oleh gaya-gaya lainnya (Gotaas, 1983).

#### 2.4.1. Komposisi dan Karakteristik Air Lindi

Komposisi lindi menurut Tchobanaglou (1993), sangat bervariasi karena proses pembentukannya juga bervariasi dan dipengaruhi oleh:

- Macam buangan (organik atau non-organik),
- Mudah tidaknya peruraian,
- Karakteristik sumber air (kuantitas dan kualitas),
- Komposisi tanah penutup,
- Tingkat curah hujan, dan
- Ada atau tidaknya lapisan kedap air.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Air Lindi

Parameter	Nilai (mg/l)*	
	Rentang	Tipikal
BOD	2000 - 30000	10000
TOC	1500 - 20000	6000
Nitrogen Organik	200 - 1000	500
Nitrogen Amonia	10 - 600	200
Nitrat	5 - 40	25
Total Fosfat	1 - 70	30
Alkalinitas	1000 - 10000	3000
pH	5.3 - 8.5	6
Kalium	200 - 2000	300
Sodium	200 - 2000	500
Klorida	100 - 3000	500
Sulfat	100 - 1500	300
Total Besi	50 - 600	60
Keterangan:		
1. Kecuali pH		
2. Dalam mg/l CaCO <sub>3</sub>		

Sumber: Tchobanaglou, 1993

Karakteristik air lindi sangat ditentukan oleh jenis bahan-bahan yang terdapat pada lokasi penimbunan sampah. Menurut Tchobanaglou (1993), sampah dari pemukiman umumnya terdiri dari kertas dan material serat (64 %), sisa makanan (12 %), bahan logam (8 %), gelas dan keramik (6 %), dan kelembabannya sekitar 20 %.

#### 2.4.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Masuknya Air Lindi ke Dalam Air Tanah

Faktor yang mempengaruhi air lindi masuk ke air tanah adalah kondisi curah hujan, tekstur tanah, permeabilitas tanah, ketebalan atau kedalaman zona aerasi dari sumur. Sampah yang dibiarkan terbuka bukan hanya mengakibatkan pencemaran udara akibat bau. Sampah yang menggunung akan menghasilkan lindi, yakni limbah cair, baik yang berasal dari proses pembusukan sampah maupun karena pengaruh luar. Kedua hal itu akan memengaruhi kuantitas dan kualitas lindi. TPS yang terletak di daerah yang curah hujan tinggi akan menghasilkan kandungan lindi tinggi.

Tetapi kualitas lindi itu masih dipengaruhi komposisi atau karakteristik sampah yang dibuang, umur timbunan, dan pola operasional TP. Semakin banyaknya lindi, maka semakin berpotensi untuk masuk ke dalam air tanah dan mencemari sumur.

Tekstur tanah menunjukkan kasar atau halus nya suatu tanah. Istimewanya tekstur merupakan perbandingan relatif pasir, debu, dan tanah liat dikatakan baik apabila komposisi antara pasir debu dan liatnya hampir seimbang (Suthersan, 1999). Tanah seperti ini disebut tanah lempung, semakin halus butir-butir tanah, maka semakin kuat tanah tersebut memegang air dan unsur hara. Tanah yang kandungan liatnya terlalu tinggi akan sulit diolah, apalagi bila tanah tersebut basah maka akan menjadi lengket. Tanah jenis ini akan sulit melewatkan air sehingga apabila tanahnya datar akan cenderung tergenang dan pada tanah berlereng erosinya akan tinggi. Disamping itu tanah ini menghambat lindi untuk meresap ke dalam tanah, sehingga sumur-sumur akan aman dari kontaminasi lindi. Tanah dengan butir-butir kasar yang terlalu kasar tidak dapat menahan air dan unsur hara. Dengan demikian tanaman yang tumbuh pada tanah jenis ini mudah mengalami kekeringan dan kekurangan hara.

Permeabilitas tanah adalah kemampuan tanah untuk melewatkan cairan, terutama air, minyak, dan gas. Apabila nilai permeabilitasnya besar maka potensi semakin tercemarnya dengan lindi akan semakin besar, begitu sebaliknya. Permeabilitas ini tergantung dari jenis tanah. Faktor-faktor di atas memberikan kontribusi terhadap tercemar atau tidaknya sumur kita. (Suthersan, 1999).

## **2.5. Teori Statistik**

### **2.5.1. Regresi Linear**

Banyak analisis statistika bertujuan untuk mengetahui apakah ada hubungan antara dua atau lebih peubah. Bila hubungan demikian ini dapat

dinyatakan dalam bentuk rumus matematik, maka rumus matematik tersebut dapat diggunakan untuk keperluan peramalan. Masalah peramalan dapat dilakukan dengan menerapkan persamaan regresi.

Menurut Saefuddin (2008), bila terdapat suatu data yang terdiri atas dua atau lebih variabel, adalah sewajarnya untuk mempelajari cara bagaimana variabel-variabel itu saling berhubungan dan saling mempengaruhi satu sama lain. Hubungan yang didapat pada umumnya dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antara variabel-variabel. Studi yang menyangkut masalah ini dikenal dengan analisis regresi. Analisis regresi bertujuan untuk mengestimasi atau menduga suatu hubungan antara variabel – variabel ekonomi, misalnya  $Y = f(x)$ . Dan juga untuk melakukan peramalan atau prediksi nilai variabel terikat (*dependent variable*) berdasarkan nilai variabel terikat (*independent variable*). Penentuan variabel mana yang bebas dan mana yang terikat dalam beberapa hal tidak mudah dilaksanakan. Untuk menentukan persamaan hubungan antarvariabel, langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data dari variabel yang dibutuhkan misalnya X sebagai variabel bebas dan Y sebagai variabel tidak bebas
2. Menggambar titik-titik pasangan (x,y) dalam sebuah sistem koordinat bidang. Hasil dari gambar itu disebut Scatter Diagram (Diagram Pencar/Tebaran) dimana dapat dibayangkan bentuk kurva halus yang sesuai dengan data. Kegunaan dari diagram pencar adalah membantu menunjukkan apakah terdapat hubungan yang bermanfaat antara dua variabel dan membantu menetapkan tipe persamaan yang menunjukkan hubungan antara kedua variabel tersebut.
3. Menentukan persamaan garis regresi dengan mencari nilai-nilai koefisien regresi dan koefisien korelasi.

Regresi linier dibedakan menjadi dua bagian berdasarkan banyaknya variabel bebas yang terlibat dalam persamaan yang ikut mempengaruhi nilai variabel terikat. Salah satunya adalah regresi linear

sederhana, yaitu apabila dalam diagram pencar terlihat bahwa titik – titiknya mengikuti suatu garis lurus, menunjukkan bahwa kedua peubah tersebut saling berhubungan secara linier. Bila hubungan linier demikian ini ada, maka kita berusaha menyatakan secara matematik dengan sebuah persamaan garis lurus yang disebut garis regresi linier. Untuk regresi linier sederhana, perlu ditaksir parameter. Jika ditaksir oleh a dan b, maka regresi linier berdasarkan sampel dirumuskan sebagai berikut (Harinaldi, 2005):

$$Y_i = a + bX_i \quad (2.1)$$

Dimana :

$Y_i$  : nilai yang diukur/dihitung pada variabel tidak bebas

$X_i$  : nilai tertentu dari variabel bebas

a : intersep/ perpotongan garis regresi dengan sumbu y

b : koefisien regresi / kemiringan dari garis regresi / untuk mengukur kenaikan atau penurunan y untuk setiap perubahan satu-satuan x / untuk mengukur besarnya pengaruh x terhadap y kalau x naik satu unit.

### 2.5.2. Nilai Korelasi

Teknik korelasi merupakan teknik analisis yang melihat kecenderungan pola dalam satu variabel berdasarkan kecenderungan pola dalam variabel yang lain. Maksudnya, ketika satu variabel memiliki kecenderungan untuk naik maka kita melihat kecenderungan dalam variabel yang lain apakah juga naik atau turun atau tidak menentu (Harinaldi, 2005). Jika kecenderungan dalam satu variabel selalu diikuti oleh kecenderungan dalam variabel lain, dapat dikatakan bahwa kedua variabel ini memiliki hubungan atau korelasi (Saefuddin, 2008).

Jika data hasil pengamatan terdiri dari banyak variabel, ialah beberapa kuat hubungan antara-antara variabel itu terjadi. Dalam kata-kata lain perlu ditentukan derajat hubungan antara variabel-variabel. Studi yang membahas tentang derajat hubungan antara variabel-variabel dikenal

dengan nama korelasi. Untuk menghitung koefisien korelasi ( $r$ ) dapat digunakan persamaan sebagai berikut (Harinaldi, 2005):

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \quad (2.2)$$

Dimana:

$r$  : koefisien korelasi

$n$  : banyaknya sampel

Menurut Harinaldi (2005),  $r$  menunjukkan arah dan kekuatan dari hubungan linier (garis lurus) antara dua variabel berskala rasio atau interval. Nilai  $r$  berkisar antara +1 sampai -1, nilai  $r$  yang positif ditandai oleh nilai  $\beta_2$  yang positif pula, begitu sebaliknya. Jika nilai  $r$  mendekati +1 atau  $r$  mendekati -1 maka  $X_i$  dan  $Y_i$  memiliki korelasi linier yang tinggi. Jika nilai  $r = +1$  atau  $r = -1$  maka  $X_i$  dan  $Y_i$  memiliki korelasi linier sempurna. Jika nilai  $r = 0$  maka  $X_i$  dan  $Y_i$  tidak memiliki relasi linier. Sebuah nilai yang mendekati 1 menunjukkan sebuah arah atau hubungan positif antar variabel. Sebuah nilai yang mendekati -1 menunjukkan hubungan kebalikan atau negatif antar variabel.

Arti dari koefisien korelasi  $r$  adalah:

1. Bila  $0,90 < r < 1,00$  atau  $-1,00 < r < -0,90$ : artinya hubungan yang sangat kuat
2. Bila  $0,70 < r < 0,90$  atau  $-0,90 < r < -0,70$ : artinya hubungan yang kuat
3. Bila  $0,50 < r < 0,70$  atau  $-0,70 < r < -0,50$ : artinya hubungan yang moderat
4. Bila  $0,30 < r < 0,50$  atau  $-0,50 < r < -0,30$ : artinya hubungan yang lemah
5. Bila  $0,0 < r < 0,30$  atau  $-0,30 < r < 0,0$ : artinya hubungan yang sangat lemah

Sebagai contoh, apabila nilai  $r$  nya sebesar 0,90, menyatakan hubungan yang sangat kuat antara dua variabel. 90 % dari variabel terikatnya dipengaruhi oleh variabel bebas, dan sisa 10 % nya dipengaruhi oleh faktor lain.

Menurut Harinaldi (2005), indeks korelasi R untuk menyatakan keeratan hubungan dari bentuk-bentuk linier berganda dan bentuk non linier. Indeks korelasi R sering disebut juga koefisien korelasi berganda. Selain koefisien korelasi sederhana  $r$ , dan indeks korelasi R, terdapat juga modifikasi atau fraksi dari R, yang disebut dengan koefisien korelasi parsial, korelasi rank, korelasi serial, dan korelasi biserial, korelasi kotingensi, dan korelasi kanonikal. Apabila  $r$  dan R, jika dikuadratkan akan memberikan suatu nilai tertentu yaitu  $r^2$  atau  $R^2$ . Koefisien diterminasi dengan simbol  $r^2$  merupakan proporsi variabilitas dalam suatu data yang dihitung didasarkan pada model statistik. Definisi berikutnya menyebutkan bahwa  $r^2$  merupakan rasio variabilitas nilai-nilai yang dibuat model dengan variabilitas nilai data asli. Dengan demikian, jika  $r^2 = 1$  akan mempunyai arti bahwa model yang sesuai menerangkan semua variabilitas dalam variabel Y, jika  $r^2 = 0$  akan mempunyai arti bahwa tidak ada hubungan antara variabel X dengan variabel Y. Dalam kasus misalnya jika  $r^2 = 0,8$  mempunyai arti bahwa sebesar 80% variasi dari variabel Y dapat diterangkan dengan variabel X; sedang sisanya 0,2 dipengaruhi oleh variabel-variabel yang tidak diketahui atau variabilitas yang inheren.

Menurut Saefuddin (2008), angka yang digunakan untuk menggambarkan derajat hubungan korelasi linear disebut koefisien korelasi dengan lambang  $r_{xy}$ . Teknik yang paling sering digunakan untuk menghitung koefisien korelasi selama ini adalah teknik *Korelasi Product Momen Pearson*. Teknik ini sebenarnya tidak terbatas untuk menghitung koefisien korelasi dari variabel dengan skala pengukuran interval saja, hanya saja interpretasi dari hasil hitungannya harus dilakukan dengan hati-hati. Pemikiran utama korelasi *product momen* adalah seperti ini:

1. Jika kenaikan kuantitas dari suatu variabel diikuti dengan kenaikan kuantitas dari variabel lain, maka dapat kita katakan kedua variabel ini memiliki korelasi yang positif.

2. Jika kenaikan kuantitas dari suatu variabel sama besar atau mendekati besarnya kenaikan kuantitas dari suatu variabel lain dalam satuan SD, maka korelasi kedua variabel akan mendekati 1.
3. Jika kenaikan kuantitas dari suatu variabel diikuti dengan penurunan kuantitas dari variabel lain, maka dapat kita katakan kedua variabel ini memiliki korelasi yang negatif.
4. Jika kenaikan kuantitas dari suatu variabel sama besar atau mendekati besarnya penurunan kuantitas dari variabel lain dalam satuan SD, maka korelasi kedua variabel akan mendekati -1.
5. Jika kenaikan kuantitas dari suatu variabel diikuti oleh kenaikan dan penurunan kuantitas secara random dari variabel lain atau jika kenaikan suatu variabel tidak diikuti oleh kenaikan atau penurunan kuantitas variabel lain (nilai dari variabel lain stabil), maka dapat dikatakan kedua variabel itu tidak berkorelasi atau memiliki korelasi yang mendekati nol.

Koefisien korelasi antara dua peubah sehingga nilai  $r = 0$  berimplikasi tidak ada hubungan linear, bukan bahwa antara peubah itu pasti tidak terdapat hubungan. Ukuran korelasi linear antara dua peubah yang paling banyak digunakan adalah koefisien korelasi momen hasil kali pearson atau ringkasnya koefisien korelasi (Harinaldi, 2005).

## 2.6. Penelitian yang Berkaitan

Dari studi pustaka, ditemukan beberapa penelitian tentang hubungan sampah dengan kualitas air tanah. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan antara lain seperti tercantum dalam tabel 2.2 :

Tabel 2.2 Beberapa Penelitian yang Berkaitan dengan Sampah dan Air Tanah

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil
1	Arbain, NK Mardana, IB Sudana (Universitas Udayana, 2008)	Pengaruh lindi TPA suwung terhadap air tanah dangkal di denpasar	Mengetahui konsentrasi parameter pencemar dalam air lindi sampah dari TPA Suwung	Semua parameter air lindi sampah tidak memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik Peraturan Gubernur Bali No. 8 Tahun 2007
			Mengetahui pengaruh air lindi sampah (leachate) dari TPA Suwung terhadap kualitas air tanah dangkal	
			Mengetahui status kualitas air tanah dangkal yang berada pada jarak 1 – 375 m dari TPA Suwung	
2	Tuti Haslinda (Universitas Indonesia, 1998)	Hubungan <i>sanitary landfill</i> dengan kualitas air tanah dan kesehatan masyarakat	Mengetahui hubungan pembuangan sampah dengan sistem <i>Sanitary Landfill</i> di TPA Bantar Gebang terhadap kualitas air tanah	Kualitas air lindi TPA Bantar Gebang tergolong buruk menurut baku mutu air limbah KEP/51/MENLH/10/1995
			Mengetahui kemungkinan penyebaran pencemar yang membahayakan kesehatan manusia	Kualitas air tanah di lokasi penelitian dipengaruhi oleh jarak dari pusat TPA, yaitu semakin jauh dari TPA
3	Anizah Mahardika, M. Dana Zulfikar, Akhdad Athar Lutfi (Universitas Negeri Malang, 2010)	Mendeteksi dampak polutan sampah terhadap air tanah pemukiman di sekitar TPA dengan menggunakan metode geolistrik	Mengetahui letak akumulasi rembesan polutan sampah di TPA	Rembesan polutan yang diinjeksikan ke dalam tanah dapat dideteksi menggunakan metode geolistrik, selain itu juga dapat diprediksi hasil tanah itu tercemar
4	Samuel (Universitas Indonesia, 1997)	Pengaruh letak TPA pada kualitas air sumur sekitarnya: studi kasus <i>sanitary landfill</i> di LPA sampah Kota Padang	Mengetahui kualitas air kolam penampung limbah	Daerah aman pencemaran pada air tanah adalah daerah yang mempunyai jarak 1.26 km dari LPA sampah sanitary landfill
			Mengetahui kualitas air sumur penduduk pada berbagai jarak dari pusat LPA	
			Mengetahui dampak aspek sosial ekonomi masyarakat di sekitarnya	

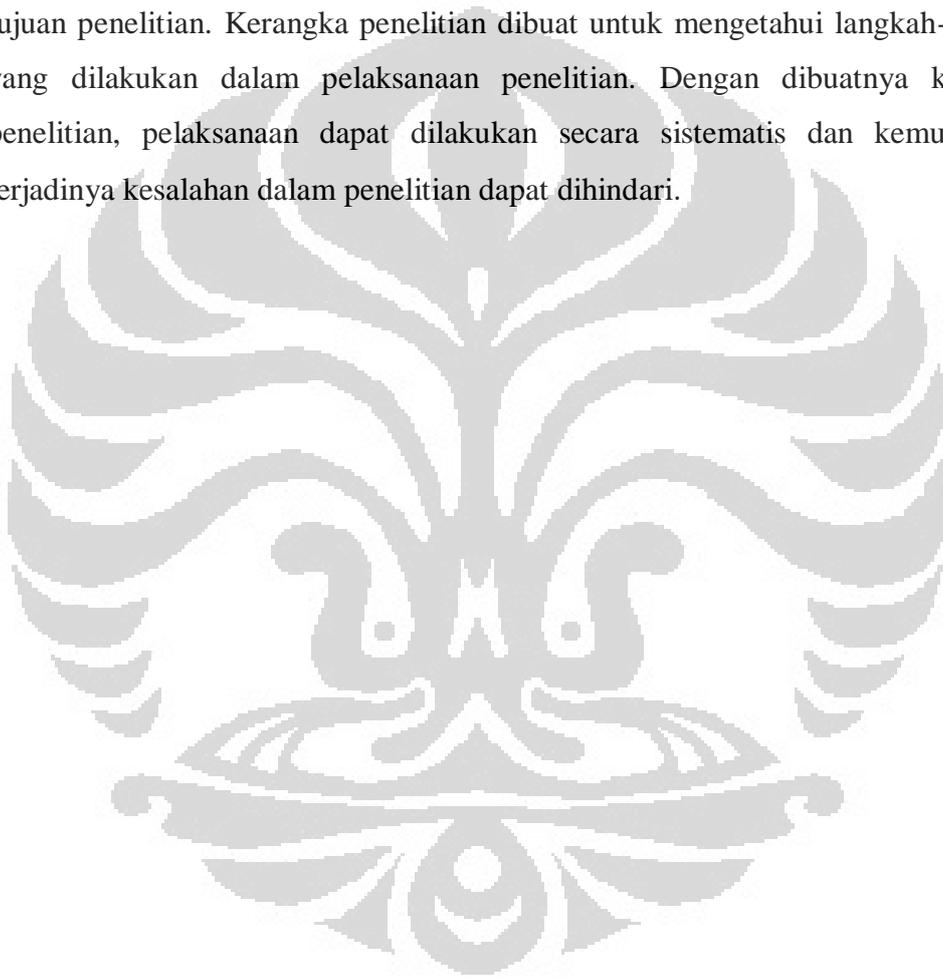
Sumber: Hasil Olahan, 2012

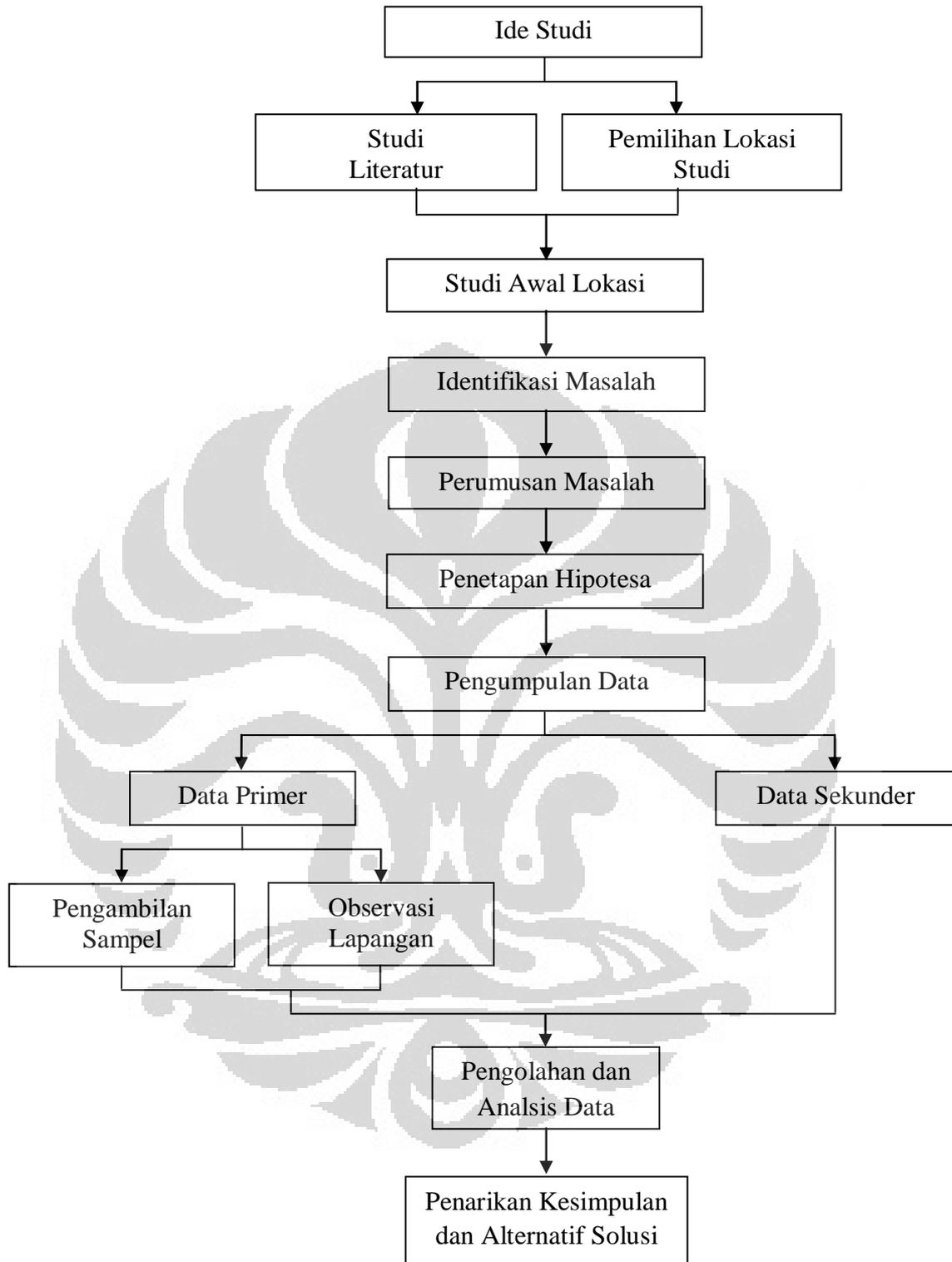
## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Kerangka Penelitian**

Kerangka penelitian disusun sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian agar permasalahan yang diambil sebagai ide dapat terselesaikan sesuai tujuan penelitian. Kerangka penelitian dibuat untuk mengetahui langkah-langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian. Dengan dibuatnya kerangka penelitian, pelaksanaan dapat dilakukan secara sistematis dan kemungkinan terjadinya kesalahan dalam penelitian dapat dihindari.





Gambar 3.1 Alur Metodologi Penelitian

Sumber: Hasil Olahan, 2011

Aktivitas pembuangan oleh warga di TPS Batu Ampar yang semakin meningkat, dan terbatasnya kapasitas pengolahan yang dilakukan di TPS tersebut mengakibatkan penumpukkan sampah di lahan terbuka yang tidak terdapat atap, sehingga pada saat hujan sampah tersebut lebih banyak menghasilkan air lindi dan meresap ke tanah, jadi kontaminan yang terdapat di sampah juga ikut meresap ke dalam tanah dan mencemari air tanah.

Untuk mengetahui seberapa jauh zat pencemar tersebut berinfiltrasi mencemari air tanah, diperlukan penelitian terhadap konsentrasi parameter zat pencemar air bersih seperti amonia ( $\text{NH}_3$ ), fosfat ( $\text{PO}_4$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), nitrit ( $\text{NO}_2$ ), zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ), dan nilai pH. Beberapa parameter tersebut mengacu pada tabel 2.1 yang menjabarkan komposisi kimia dari air lindi. Karena penelitian ini bertujuan mengidentifikasi pengaruh dari air lindi terhadap kualitas air tanah di sekitar TPS, maka parameter yang diambil pada sampel air tanah berdasarkan zat pencemar yang terkandung dalam air lindi.

Pada penelitian ini tidak semua parameter air tanah diujikan, sebab parameter tersebut tidak berhubungan atau bukan merupakan kontaminan dari air lindi, seperti parameter fisika, mikrobiologi, dan beberapa parameter kimia seperti mangan dan oksigen terlarut. Dan tidak semua pula parameter pencemar yang merupakan termasuk komposisi kimia dari air lindi diujikan, karena parameter yang dipilih hanya parameter yang umum diamati dalam kehidupan sehari-hari dan berbahaya bagi manusia apabila konsentrasi parameter pencemar cukup tinggi pada air yang dikonsumsi. Pada daerah yang cukup padat penduduk, pemilihan parameter pencemaran air tanah berkaitan dengan karakteristik bahan pencemar yang berhubungan dengan aktivitas penduduk pada daerah tersebut. Karakteristik parameter pencemaran daerah padat penduduk berasal dari limbah rumah tangga non-kakus yaitu buangan yang berasal dari buangan kamar mandi, dapur yang mengandung sisa makanan dan tempat cuci. Penelitian dilakukan berdasarkan standar-standar yang sudah ada.

Setelah dilakukan penelitian, maka akan didapatkan data kualitas air tanah. Berdasarkan data tersebut maka dapat dibandingkan berdasarkan jarak sampel dari

sumber dan disesuaikan dengan baku mutu dan dianalisis apakah air bersih yang berasal dari air tanah tersebut masih dalam batas aman untuk konsumsi atau tidak.

### **3.2. Hipotesa Penelitian**

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuangan sampah di lahan terbuka di TPS Batu Ampar mempengaruhi kualitas air tanah milik warga.
2. Terdapat hubungan antara tingkat pencemaran air tanah dengan jarak sumber air tanah terhadap TPS. Semakin jauh jarak sumber air tanah dari TPS, maka kontaminasinya akan lebih kecil.

### **3.3. Pendekatan Penelitian**

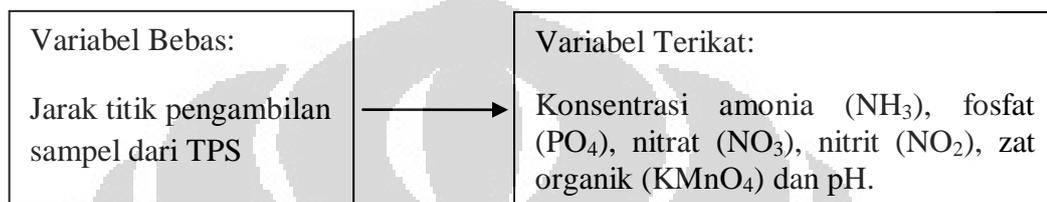
Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif adalah merupakan pendekatan yang menggunakan angka-angka dan data statistik, seperti eksperimental, studi korelasi dengan survei, dan standarisasi prosedur observasi, simulasi dan materi pendukung untuk studi kasus.

Metode penelitian yang digunakan adalah juga dengan kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya dan bertujuan dalam mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori-teori dan hipotesis yang berkaitan dengan fenomena alam. Metode ini menggunakan metode survei dan melakukan pengujian pada sampel-sampel air tanah yang diambil di lapangan.

### **3.4. Variabel Penelitian**

Variabel adalah karakteristik yang dapat diamati dari suatu objek dan mampu memberikan bermacam-macam nilai atau beberapa kategori. Variabel penelitian ada dua macam yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel

bebas adalah variabel yang menjadi pengaruh bagi variabel terikat dalam suatu percobaan. Variabel bebas dalam percobaan ini adalah: jarak titik pengambilan sampel dari TPS. Sedangkan variabel terikat adalah variabel yang mendapat pengaruh dari variabel bebas. Variabel ini merupakan variabel utama dalam suatu penelitian. Pada penelitian ini variabel terikat yang diamati adalah kualitas air tanah, yaitu: amonia ( $\text{NH}_3$ ), fosfat ( $\text{PO}_4$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), nitrit ( $\text{NO}_2$ ), zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ), dan pH. Seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.2 Variabel Penelitian

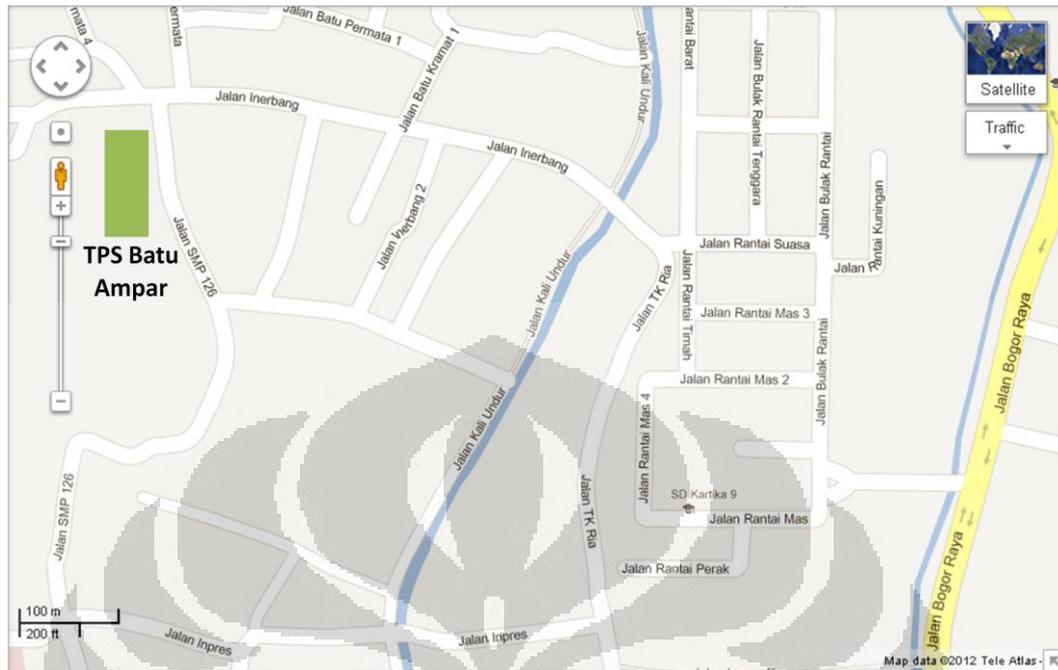
Sumber: Hasil Olahan, 2011

### 3.5. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini dibedakan menjadi dua yaitu penelitian lapangan dan penelitian laboratorium. Penelitian lapangan dilakukan di daerah pemukiman sekitar TPS Batu Ampar, yang dibagi menjadi beberapa titik penelitian.

TPS Batu Ampar yang berada tepat di Jalan SMP 126, Kelurahan Batu Ampar, Kecamatan Kramat Jati, Jakarta Timur. TPS yang telah beroperasi selama 10 tahun ini merupakan lahan waris milik keluarga Ibu Madinah dengan luas lahan sebesar  $10.465 \text{ m}^2$ , namun lahan yang terpakai sampai saat ini hanya  $\pm 4000 \text{ m}^2$ . TPS ini menampung sampah warga dari Kelurahan Batu Ampar dan beberapa RW di sekitar Kelurahan Batu Ampar. Diperkirakan jumlah penduduk yang dilayani TPS ini adalah 57.793 jiwa. Dengan timbulan sampah diperkirakan  $140 \text{ m}^3$  per harinya.

Berikut peta lokasi penelitiannya:



Gambar 3.3 Lokasi Penelitian

Sumber: Google Map, 2012

Untuk pengambilan data komposisi sampah, penelitian dilakukan pada minggu ke-3 Maret 2012 dan mengambil sampel air pada akhir Maret 2012 Untuk lebih detailnya akan dijabarkan dengan tabel di bawah ini.

Tabel 3.1 Jadwal Pengambilan Sampel Komposisi Sampah

Hari	Tanggal	Waktu
Hari Ke-1	17 Maret 2012	09.00
Hari Ke-2	18 Maret 2012	09.00
Hari Ke-3	19 Maret 2012	09.00
Hari Ke-4	20 Maret 2012	09.00
Hari Ke-5	21 Maret 2012	09.00
Hari Ke-6	22 Maret 2012	09.00
Hari Ke-7	23 Maret 2012	09.00
Hari Ke-8	24 Maret 2012	09.00

Sumber: Hasil Olahan, 2012

Tabel 3.2 Jadwal Pengambilan Sampel Air Tanah

Jarak Titik Sampel dari TPS	Kedalaman Sumber Air Tanah	Tanggal	Waktu
0 m	13 m	26 Maret 2012	09.00
5 m	20 m	26 Maret 2012	09.15
15 m	25 m	26 Maret 2012	09.30
30 m	18 m	26 Maret 2012	09.45
50 m	22 m	26 Maret 2012	10.00
75 m	20 m	26 Maret 2012	10.15
100 m	25 m	26 Maret 2012	10.30

Sumber: Hasil Olahan, 2012

### 3.6. Pengumpulan Data

Data merupakan keterangan mengenai sesuatu hal yang sudah sering terjadi dan berupa himpunan fakta, angka, grafik, tabel, gambar, lambang, kata, huruf-huruf yang menyatakan sesuatu pemikiran, objek, serta kondisi dan situasi. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data sekunder dan data primer. Data sekunder merupakan data yang sudah tersedia sehingga kita tinggal mencari dan mengumpulkan, sedangkan data primer adalah data yang hanya dapat kita peroleh dari sumber asli atau pertama.

#### 3.6.1. Data Primer

Data primer yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah:

- Perhitungan jumlah gerobak yang masuk ke TPS untuk dihitung jumlah timbunan setiap harinya.
- Pengambilan sampel sampah dari TPS Batu Ampar sebanyak 100 kg dan dihitung komposisi sampahnya selama 8 hari.
- Pengambilan sampel secara langsung berupa air dari sumber air tanah yang diambil dari sumur pompa milik warga di sekitar TPS Batu Ampar untuk dianalisis kualitas airnya.

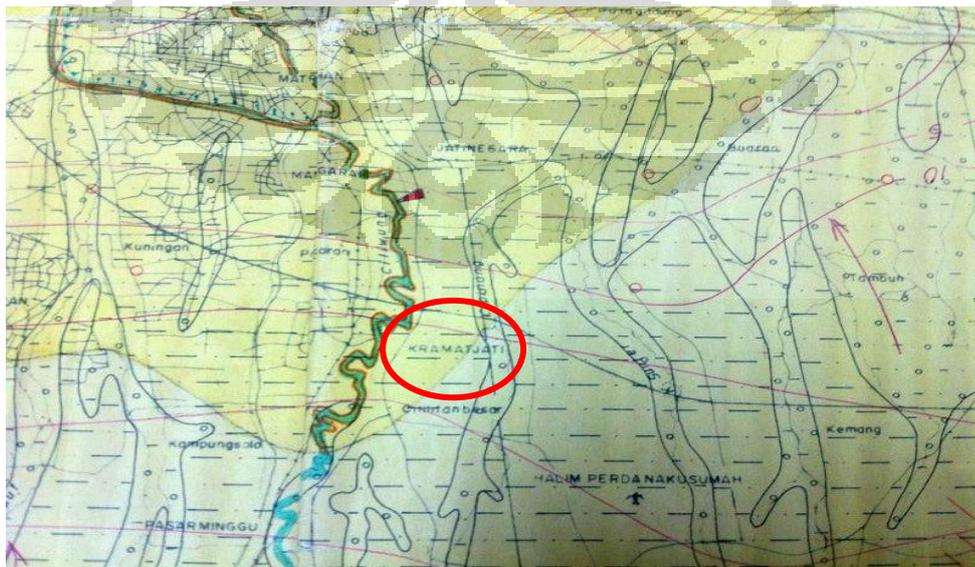
### 3.6.2. Data Sekunder

Data sekunder yang diambil dalam penelitian ini adalah:

- Data jumlah penduduk yang dilayani, jumlah sampah yang masuk ke TPS perharinya, dan berapa volume yang diangkut ke TPA, yang berasal dari laporan Dinas Kebersihan DKI Jakarta.
- Data sumber air tanah dan jenis tanah di daerah layanan TPS Batu Ampar, yang berasal dari Kelurahan Batu Ampar, Kramat Jati, Jakarta Timur.
- Data aliran air tanah di Jakarta Timur dalam bentuk gambar/peta, yang diambil dari Badan Geologi dan Lingkungan
- Data kedalaman sumber air tanah, yang ditanya kepada pemilik air tanah.

### 3.7. Sampel Penelitian

Untuk menentukan titik sampel penelitian ini tidak diambil dari populasi melainkan garis lurus searah pergerakan air tanah pada peta hidrogeologi, karena apabila diambil sampel berdasarkan populasi pada radius tidak dapat menggambarkan pengaruh pencemaran dari sampah ke air tanah sebab air tanah mengalir hanya mengikuti pergerakan arah aliran air tanah yang menurut Badan Geologi dan Lingkungan mengarah ke utara atau Laut Jawa, seperti tertera pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.4 Arah Aliran Air Tanah

Sumber: Badan Geologi dan Lingkungan, 1996

Dari data aliran air tanah yang mengarah ke utara atau Laut Jawa, sampel yang diambil juga mengikuti arah pergerakan air tanah tersebut. Dengan kedalaman setiap sampel yang menurut Hendryana (2002), masih berada pada satu sistem akuifer yang sama yaitu sistem akuifer tidak tertekan (*unconfined aquifer*) dengan kedalaman kurang dari 40 m, karena hanya pada akuifer ini yang memungkinkan terkontaminasi air lindi karena merupakan air tanah dangkal. Pengambilan sampel sebanyak 7 sampel dengan variasi jarak yang semakin jauh dari TPS, yaitu pada titik 0 m, 5 m, 15 m, 30 m, 50 m, 75 m, dan 100 m dari TPS Batu Ampar, penentuan jarak tersebut berdasarkan kepadatan rumah penduduk di sekitar TPS Batu Ampar yang tidak terlalu rapat dan juga tidak terlalu renggang. Karena keterbatasan waktu dan semua sampel yang diambil harus dilakukan dalam 1 hari penelitian, maka pengambilan sampel hanya diambil 1 sampel pada setiap titiknya, yaitu di sisi depan ke arah kiri TPS. Hal tersebut dikarenakan sisi kiri atau utara TPS terdapat pemukiman dan aliran air tanahnya menuju utara. Setiap sampel hanya dilakukan pengukuran kualitas air sebanyak 1 kali saja karena pengujian kualitas air dianggap sangat kecil relatif kesalahannya. Jadi jumlah sampel yang di uji hanya ada 7 titik dengan penjabaran sebagai berikut:



Gambar 3.5 Letak Titik Sampel

Sumber: Hasil Olahan, 2012

### 3.7.1. Teknik Pengambilan Sampel

- Komposisi dan timbulan sampah

Pengambilan sampel untuk mengukur jumlah timbulan dan komposisi sampah digunakan metode pengambilan sampel sampah yang dilakukan secara acak pada timbulan sampah yang belum dipadatkan. Pengukuran timbulan dan komposisi sampah dilakukan selama 8 hari yang dilakukan sesuai dengan prosedur SNI-19-3694-1994 tentang metode pengambilan dan pengukuran timbulan dan komposisi sampah perkotaan seperti tertera di bawah ini :

- a. Memilah contoh berdasarkan komponen komposisi sampah, yaitu berupa sampah organik yang terdiri atas sisa makanan, dedaunan, dan kayu, serta sampah anorganik yang terdiri atas plastik, kertas, dan lain-lain;
- b. Menimbang dan mencatat berat sampah;
- c. Menghitung komponen komposisi sampah seperti contoh dalam Lampiran A SNI-19-3694-1994.

Adapun komposisi sampah yang dimaksud dalam penelitian ini adalah sampah organik yang berupa, sisa makanan, dedaunan, dan kayu, serta sampah anorganik yang terdiri atas plastik, kertas, dan lain-lain.

- Kualitas air

Pengambilan sampel air tanah ini dilakukan menggunakan metode *Purposive Sampling* dimana penelitian ini tidak dilakukan pada seluruh populasi, tapi terfokus pada target. *Purposive Sampling* artinya bahwa penentuan sampel mempertimbangkan kriteria-kriteria tertentu yang telah dibuat terhadap obyek yang sesuai dengan tujuan penelitian dalam hal ini penelitian dilakukan pada pengujian kualitas air. Adapun kriteria-kriteria dari pemukiman yang akan dijadikan sampel adalah:

- a. Sampel yang diambil berada dalam radius cakupan penelitian,
  - b. Yang dijadikan sampel harus air yang bersumber dari air tanah,
  - c. Kedalaman sumber air tanah, diusahakan seragam kedalaman sumbernya.
- Pengambilan sampel yang diperoleh adalah 7 rumah yang mewakili 7 jarak penelitian yang bervariasi. Sampel diambil melalui kran yang terhubung

langsung dengan sumber air tanah yang tepat berada di titik pengambilan sampel. Air dari kran tidak langsung diambil namun dibiarkan mengalir 1 menit, lalu wadah yang digunakan untuk mengambil sampel terlebih dahulu dibilas hingga 3 kali dengan air dari kran. Debit kran yang masuk ke dalam tempat sampel diatur sesuai dengan diameter mulut tutup sampel air yang diambil sebanyak 2 liter dengan menggunakan jirigen yang telah diberi tanda berdasarkan titik pengambilan sampelnya. Selanjutnya jirigen tersebut dikumpulkan dan dibawa ke Laboratorium BPLHD, terletak di Jalan Casablanca Kuningan untuk diuji.

### 3.7.2. Metode Pengukuran Sampel

Dalam penelitian ini ada beberapa parameter yang dihitung dalam satu sampel. Berikut metode yang digunakan dalam penelitian ini

- Pengukuran komposisi sampah: dilakukan menggunakan metode yang tercantum pada SNI 19-3964-1994 tentang metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan.
- Pengukuran parameter kualitas air:

Tabel 3.3 Parameter dan Metode Analisis yang Digunakan dalam Analisis Kualitas Air

No.	Parameter	Satuan	Metode Analisis	Keterangan
1	pH		SNI 06-6986.11.2004	Laboratorium
2	NH <sub>3</sub>	mg/l	SNI 06-6989.30.2005	Laboratorium
3	NO <sub>2</sub>	mg/l	SNI 06-6989.9.2004	Laboratorium
4	NO <sub>3</sub>	mg/l	Std.Met. 419.D/14th/1779	Laboratorium
5	PO <sub>4</sub>	mg/l	SNI 06-6989.31.2005	Laboratorium
6	KMnO <sub>4</sub>	mg/l	SNI 06-6989.22.2004	Laboratorium

Sumber: Laboratorium BPLHD, 2012

### 3.8. Metode Pengolahan dan Analisis Data

Timbulan sampah yang masuk dihitung dengan menggunakan metode *load count analysis*, yaitu menghitung jumlah angkutan sampah yang datang tiap harinya.

$$\text{Timbulan} = \text{jumlah angkut} \times \text{volume} \quad (3.1)$$

Menghitung komponen komposisi sampah dengan cara menimbang berat sampel timbulan sampah kemudian memilah sampel tersebut berdasarkan komponen yang telah ditetapkan. Setelah itu, setiap komponen ditimbang beratnya. Untuk mengetahui presentase komponen komposisi sampah dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\% \text{ komponen} = \frac{\text{berat komponen}}{\text{berat total sampah}} \times 100 \% \quad (3.2)$$

Untuk menilai kualitas air di daerah sekitar TPS Batu Ampar digunakan baku mutu air yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air dan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Penyajian data dijabarkan dengan grafik hubungan antara setiap parameter yang dianalisis dengan jarak titik pengambilan sampel dari TPS. Kemudian dianalisis untuk menentukan batas wilayah aman dari pencemaran.

Selanjutnya untuk menduga pengaruh sampah TPS terhadap kualitas air tanah dilakukan pendugaan dengan analisis statistika sehingga dapat ditentukan daerah aman dari pencemaran. Analisis yang digunakan yaitu analisis regresi, yaitu persamaan matematik yang memungkinkan peramalan nilai suatu peubah tak bebas (*dependent variable*) dari nilai peubah bebas (*independent variable*). Berikut persamaan regresi linier sederhana yang digunakan (Harinaldi, 2005):

$$Y_i = aX_i + b \quad (3.3)$$

Dimana:

$Y_i$  : Data kualitas air

$X_i$  : Jarak (m)

- b : Konstanta  
a : Kemiringan

Untuk menghitung koefisien korelasi (r) dapat digunakan persamaan sebagai berikut (Harinaldi, 2005):

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \quad (3.4)$$

Dimana:

- r : koefisien korelasi  
n : banyaknya sampel



Tabel 3.4 Waktu Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan	2011												2012																							
	Oktober				November				Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni			
	Minggu ke -																																			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Penyusunan proposal																																				
Survey lokasi penelitian																																				
Pengumpulan data sekunder																																				
Pengambilan dan pengukuran sampel																																				
Pengolahan dan analisis data																																				
Penyusunan laporan																																				
Presentasi hasil penelitian																																				

Sumber: Hasil Olahan, 2012

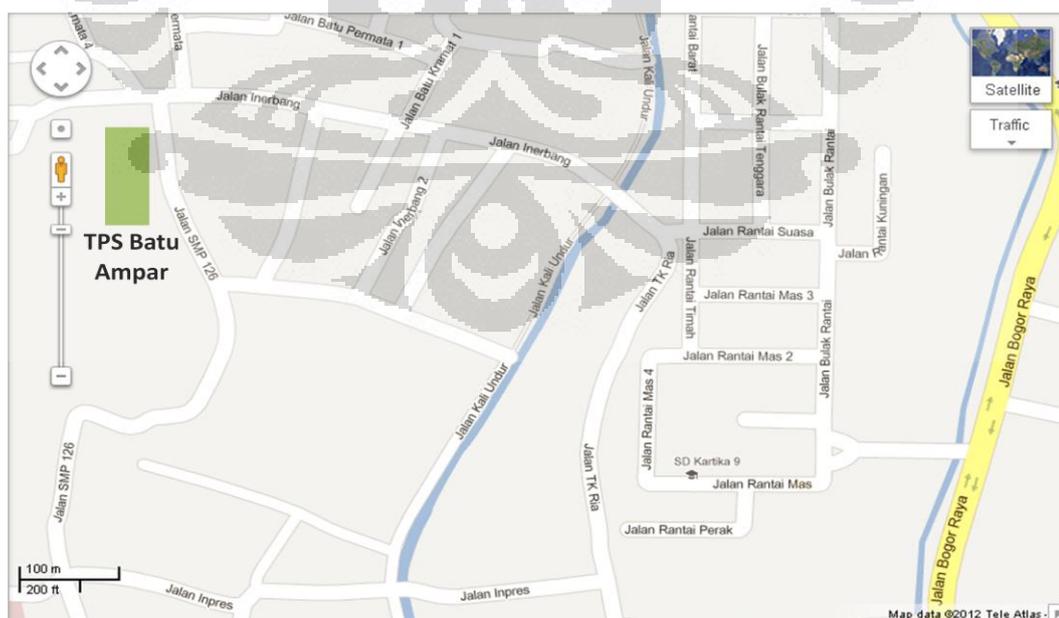
## BAB 4

### GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN

#### 4.1. Gambaran Umum TPS Batu Ampar

TPS Batu Ampar terletak di Jalan SMP 126, Kelurahan Batu Ampar, Kecamatan Kramat Jati, Jakarta Timur. TPS yang telah beroperasi selama 10 tahun ini, sejak tahun 2002, bertempat di atas lahan waris milik keluarga Ibu Madinah dengan luas lahan  $10.465 \text{ m}^2$ , namun yang terpakai hingga saat ini hanya  $\pm 4000 \text{ m}^2$ . Menurut data laporan dari Kelurahan Batu Ampar, sebagian besar tanah di kelurahan tersebut merupakan tanah latosol merah, dan dengan menggunakan “google earth pro” terlihat topografi kemiringan lahan yang sangat kecil hanya 2,5 %. TPS ini cukup mudah dijangkau oleh truk pengangkut sampah, karena jalan di depan TPS memiliki lebar  $\pm 6 \text{ m}$  dengan kondisi jalan yang sudah teraspal dan tidak rusak. Jarak dari TPS Batu Ampar ke TPA Bantar Gebang sejauh  $\pm 21 \text{ km}$ .

Berikut merupakan lokasi TPS Batu Ampar yang terletak di Jalan SMP 126:



Gambar 4.1 Lokasi TPS Batu Ampar

Sumber: Google Map, 2012

Mayoritas penduduk Kelurahan Batu Ampar dan sekitarnya menggunakan air tanah sebagai sumber air. Daerah yang terletak di wilayah Jakarta Timur ini sepanjang tahun selalu beriklim panas dengan suhu rata-rata sepanjang tahun sekitar 27 °C dengan kelembaban 80 – 90 %, dan rata-rata curah hujan yang cukup tinggi yaitu 200-300 mm (BMKG Jakarta, 2011).

TPS Batu Ampar tidak hanya melayani daerah Kelurahan Batu Ampar saja, namun ada beberapa pemukiman di sekitar Kelurahan Batu Ampar yang masuk dalam wilayah Kelurahan Kp. Tengah dan Kelurahan Cililitan. Menurut perhitungan penduduk tahun 2011, jumlah penduduk Kelurahan Batu Ampar terdapat 49.770 jiwa, dari Kelurahan Kp. Tengah hanya 2 RW dengan jumlah penduduk 5.349 jiwa, dan dari Kelurahan Cililitan hanya melayani 1 RW dengan jumlah penduduknya 2.674 jiwa, jadi total penduduk yang dilayani sebanyak 57.793 jiwa.

Dari jumlah tersebut, dengan asumsi timbulan sampah sebesar 2,97 liter/orang/hari, maka timbulan sampah penduduk Kelurahan Batu Ampar dan 3 RW di sekitarnya pada tahun 2011 diperkirakan adalah sebesar 171,65 m<sup>3</sup>/hari. Volume sampah yang masuk ke TPS Batu Ampar menurut data tahun 2011 adalah berkisar 75 hingga 110 m<sup>3</sup> per harinya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tingkat pelayanan pengangkutan ke TPS Batu Ampar tahun 2011 adalah sebesar 43,8 – 64,2 %. Sampah yang datang ke TPS ini, hanya dilakukan pemilahan barang-barang yang masih bisa dijual oleh pemulung ke pengumpul yang bermukim di sekitar TPS Batu Ampar ini, kemudian sisa sampah yang tidak dapat dijual lagi akan dipadatkan dengan mesin *compactor* agar volume yang diangkut ke TPA Bantar Gebang berkurang dan kapasitas pengangkutannya menjadi bertambah.

Penjataan mobil pengangkut yang hanya menggunakan 2 truk pengangkut sampah berkapasitas 24 m<sup>3</sup> perharinya, jadi totalnya hanya bisa mengangkut 48 m<sup>3</sup> perharinya. Maka digunakan mesin *compactor*, yang menurut literatur spesifikasi konstanta pematatannya sebesar 2,0 – 2,5. Sehingga volume pengangkutan dari TPS ke TPA bisa sampai 120 m<sup>3</sup>, volume tersebut dipadatkan hingga 24 m<sup>3</sup> untuk setiap truk menggunakan mesin *compactor*. Namun pada

kenyataannya di lapangan, konstanta pemadatan tidak sampai 2,0 dan volume pengangkutan hanya berkisar antara 80 m<sup>3</sup>. Volume tersebut tidak cukup untuk mengangkut semua sampah, sehingga masih ada sampah yang tertimbun di lahan TPS ini. Seiring berjalannya waktu, dari hari ke hari penimbunan sampah akan semakin bertambah. Sampah-sampah yang tertimbun inilah yang menimbulkan masalah pencemaran tanah, air, bahkan udara.



Gambar 4.2 Mesin *Compactor* untuk Mememadatkan Sampah

Sumber: Hasil Dokumentasi, 2012

Sebelum dioperasikan TPS ini merupakan sebagian lahan kosong dan sebagian lagi empang milik salah seorang warga. Di sebelah utara TPS Batu Ampar ini masih terdapat sisa empang yang digunakan warga untuk memancing. TPS Batu Ampar berada di tengah pemukiman penduduk yang cukup padat. Dan bukan hal yang tidak mungkin jika beberapa waktu mendatang pemukiman di sekitar TPS Batu Ampar akan semakin padat. Jarak pemukiman terdekat dengan TPS tidak sampai 5 m, hanya dibatasi oleh dinding.



Gambar 4.3 Jarak Rumah Terdekat dari TPS Batu Ampar

Sumber: Hasil Dokumentasi, 2012

Kepengurusan TPS ini dilakukan oleh perorangan. Ibu Broto yang bertempat tinggal tepat di depan TPS ini merasa resah karena banyak sampah yang menumpuk dan tidak terurus sehingga bau menyengat, lalat, dan asap pembakaran mengganggu kesehariannya. Karena kepeduliannya akan lingkungan, kemudian Ibu Broto memprakarsai kepengurusan TPS ini. Semua pengelolaan TPS dipegang olehnya, namun masih di bawah pengawasan Kelurahan Batu Ampar dan Dinas Kebersihan Kramat Jati. Dinas Kebersihan juga berperan dalam pembiayaan operasional TPS Batu Ampar ini.

Seperti TPS pada umumnya, TPS Batu Ampar juga mempunyai fasilitas-fasilitas pendukung untuk melakukan pengelolaan sampah, antara lain:

- Gerobak sampah (150 cm x 90 cm x 80 cm)
- Kendaraan bermotor pengangkut sampah (164 cm x 120 cm x 30 cm)
- Alat berat (mesin *compactor*)
- Hanggar
- MCK
- Tempat peristirahatan / saung, dll



Gambar 4.4 Kondisi Fasilitas TPS Batu Ampar

Sumber: Hasil Dokumentasi, 2012

#### 4.2. Operasional TPS Batu Ampar

Operasional penimbunan sampah di TPS Batu Ampar dilakukan mulai pukul 08.00 WIB hingga 17.00 WIB yang dibawa oleh para pemulung menggunakan gerobak atau menggunakan kendaraan bermotor untuk mengangkut sampah dari daerah pelayanan yang cukup jauh jaraknya dari TPS. Sampah diangkut dari berbagai RT atau RW di Kelurahan Batu Ampar serta Kelurahan Kp. Tengah dan Kelurahan Cililitan. Sampah yang datang kemudian dipilah oleh pemulung, dan selanjutnya pada pukul 10.00 dan 14.00 WIB dilakukan pemadatan sampah dengan mesin *compactor*. Selanjutnya pada jam 12.00 dan jam 16.00, truk dari Dinas Kebersihan mengangkut sampah yang sudah dipadatkan ke TPA Bantar Gebang.

## BAB 5

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Lokasi dan Proses Pengambilan Sampel

Sebelum melakukan pengambilan sampel untuk pemeriksaan di laboratorium, dilakukan survei terlebih dahulu untuk mengetahui kondisi eksisting TPS Batu Ampar. Survei ini dilakukan untuk mengetahui kondisi lapangan dan sistem pengelolaan yang diterapkan di TPS tersebut. Selain itu, dibutuhkan juga data-data awal sebelum penelitian dilakukan. Pengambilan sampel dilakukan selama 8 hari berturut-turut dalam waktu yang sama yaitu pada pagi hari, karena sampah pagi hari merupakan sampah hasil aktivitas satu hari penuh tepat sehari sebelumnya dan sudah merepresentasikan sampah yang ada karena dianggap paling maksimal. Sampel yang diambil merupakan timbunan sampah yang diambil dari beberapa gerobak dari daerah pelayanan yang berbeda, kemudian sampah tersebut dihomogenkan dan diambil sampel sebanyak 100 kg.

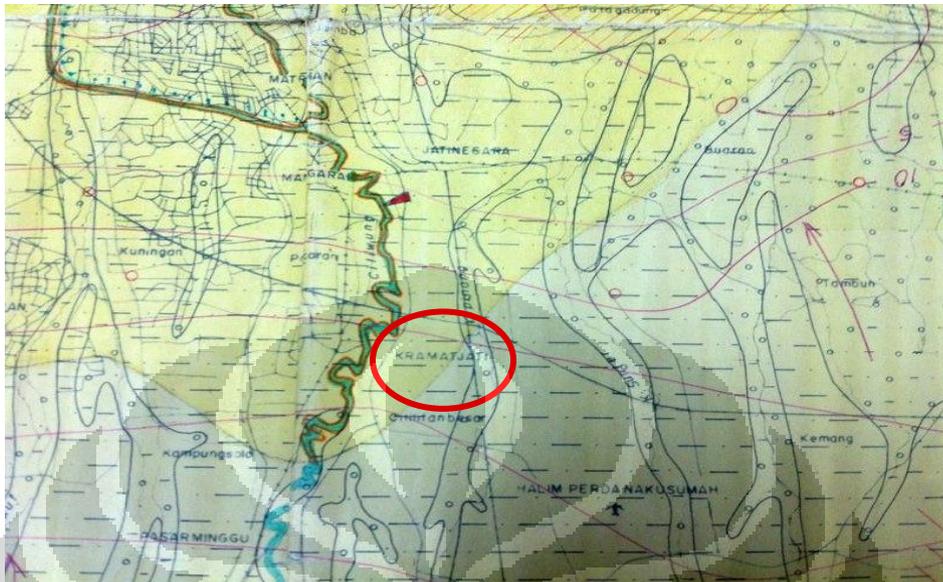


Gambar 5.1 Proses Pengambilan dan Pemilahan Sampel

Sumber: Hasil Dokumentasi, 2012

Selanjutnya untuk sampel air tanah yang akan diuji diambil di 7 titik yang masih berada di sekitar TPS, yakni pada titik 0 m, 5 m, 15 m, 30 m, 50 m, 75 m, dan 100 m dari TPS. Pengambilan titik ini sesuai dengan arah aliran air tanah

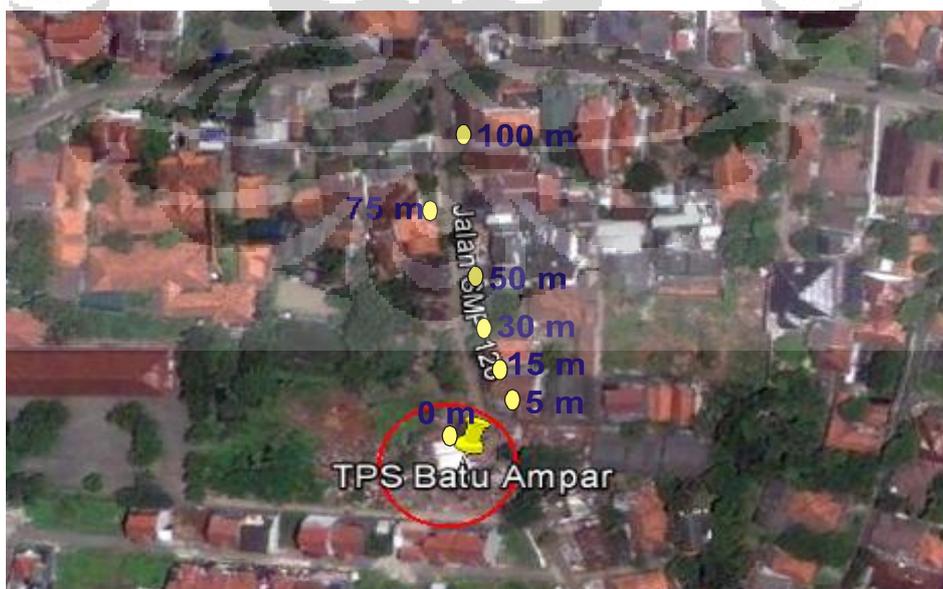
yang menurut Badan Geologi dan Lingkungan mengarah ke utara menuju Laut Jawa. Seperti tertera pada gambar berikut:



Gambar 5.2 Arah Aliran Air Tanah Dangkal

Sumber: Badan Geologi dan Lingkungan, 1996

Dari arah aliran air tanah maka ditentukan titik pengambilan sampel air tanah seperti gambar berikut:



Gambar 5.3 Lokasi Titik Pengambilan Sampel Air Tanah TPS Batu Ampar

Sumber: Hasil Olahan, 2012

## 5.2. Hasil Olahan dan Analisis Data Karakteristik Sampah

### 5.2.1. Data Komposisi Sampah

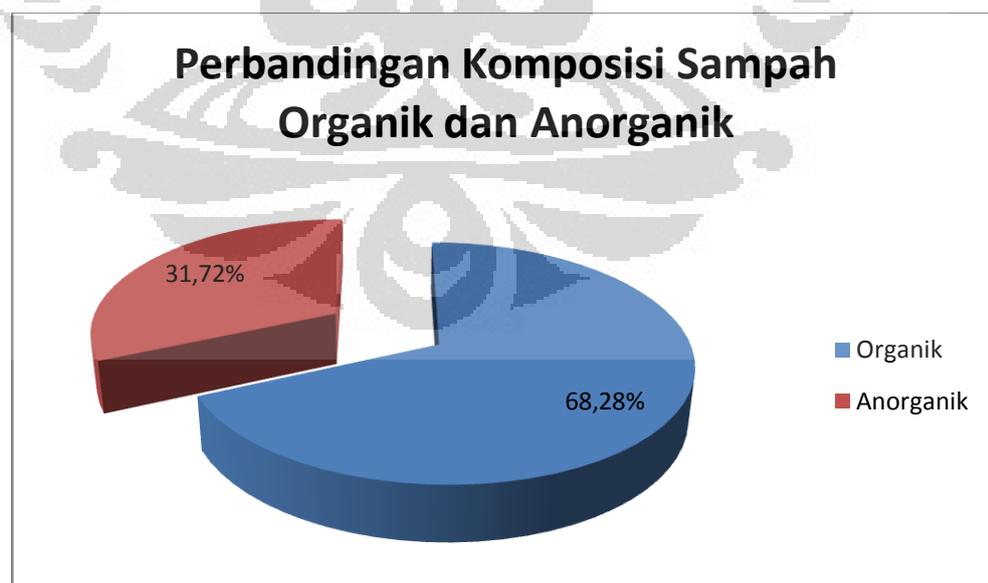
Dari perhitungan sampel 100 kg sampah yang diambil acak dari beberapa gerobak, dihitung komposisi antara sampah organik dan beberapa jenis sampah anorganik, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5.1 Hasil Data Komposisi Sampah TPS Batu Ampar

Hari ke-	Organik	Kertas	Plastik	Lain-lain
1	71.82%	6.56%	6.85%	14.77%
2	74.26%	2.56%	11.54%	11.64%
3	70.29%	3.32%	9.16%	17.22%
4	61.76%	9.09%	8.20%	20.95%
5	65.64%	7.35%	12.31%	14.70%
6	72.68%	1.69%	9.77%	15.85%
7	64.38%	1.11%	12.71%	21.80%
8	65.00%	9.77%	7.08%	18.15%
Rerata	68.23%	5.18%	9.70%	16.88%

Sumber: Hasil Olahan, 2012

Dengan rata-rata perbandingan antara sampah organik dan anorganik, seperti tertera pada gambar 5.4:



Gambar 5.4 Perbandingan Rata-Rata Sampah Organik dan Anorganik

Sumber: Hasil Olahan, 2012

Gambar di atas memperlihatkan komposisi sampah dari TPS Batu Ampar secara umum komposisi sampah di atas hanya meliputi dua kategori, yaitu sampah organik dan anorganik. Sampah organik meliputi sampah sayuran, sisa makanan, sampah pekarangan, dan lain sebagainya. Sedangkan sampah anorganik meliputi plastik, kertas, kaca, dan lain sebagainya. Pengambilan dua kategori tersebut dikarenakan sampah yang menghasilkan lindi dan mencemari perairan lebih besar potensinya dari sampah organik. Perbandingan sampah organik dan anorganik tidak jauh dari rata-rata perbandingan sampah organik dan anorganik di Indonesia pada umumnya. Dengan daerah layanan TPS mayoritas terdiri dari pemukiman warga, maka perbandingan 31,72 % untuk sampah anorganik dan 68,28% untuk sampah organik masih dalam batas wajar.

Komposisi sampah ini sangat berpengaruh terhadap pencemaran air dan tanah yang disebabkan oleh sampah. Dengan jumlah timbunan yang sama akan berbeda tingkat pencemarannya apabila kadar sampah organik dan anorganiknya berbeda. Yang seringkali menjadi penyebab pencemaran adalah sampah organik yang biasanya dalam presentase lebih besar daripada sampah anorganik, hal ini disebabkan oleh sampah organik yang berasal dari sisa makanan, sampah pekarangan, dan lainnya akan membusuk dan mengurai. Pembedakan inilah yang berpotensi mencemari air apabila terbawa air lindi meresap ke dalam tanah dan terbawa sampai ke sumber air tanah.

#### 5.2.2. Data Timbulan Sampah

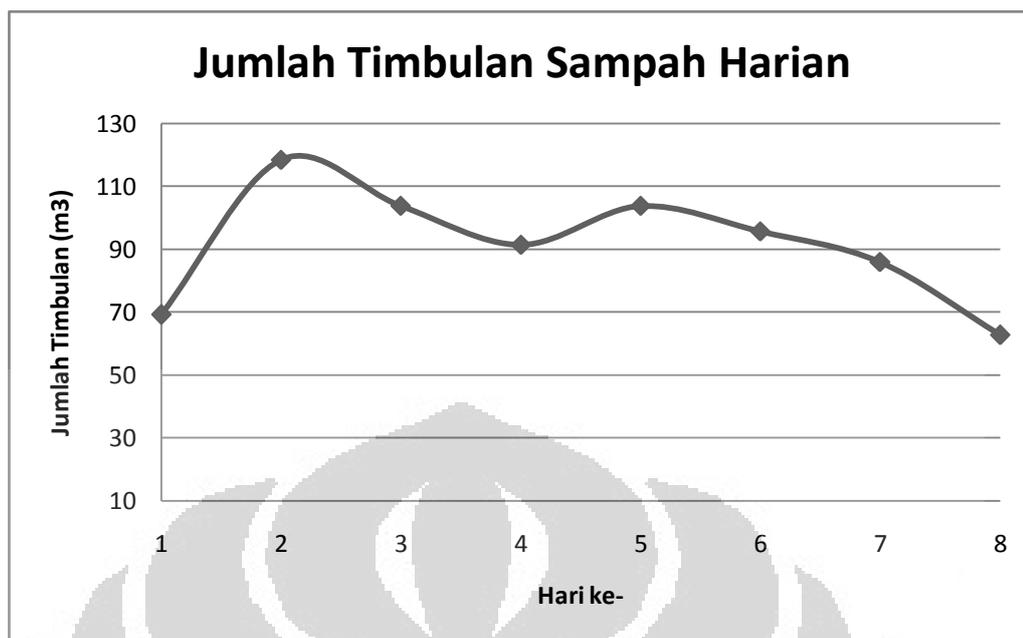
Data timbulan sampah didapatkan berdasarkan perhitungan terhadap jumlah sampah yang ada dalam daerah layanan TPS Batu Ampar perharinya dengan menggunakan metode *load-count analysis* dengan menghitung jumlah gerobak yang masuk ke TPS setiap harinya. Berikut jumlah gerobak yang masuk ke TPS Batu Ampar:

Tabel 5.2 Jumlah Gerobak dan Gerobak Motor yang Masuk ke TPS Batu Ampar

Hari ke-	Jumlah gerobak masuk	Jumlah gerobak motor masuk
1	63	2
2	108	3
3	94	4
4	83	3
5	95	2
6	87	3
7	78	3
8	57	2

Sumber: Hasil Olahan, 2012

Dari dua jenis kendaraan pembawa sampah, masing-masing memiliki volume pengangkutan yang berbeda. Untuk gerobak volume rata-rata sampah yang diangkut sebesar  $1,08 \text{ m}^3$  dan gerobak motor volume rata-ratanya lebih kecil dibandingkan dengan gerobak biasa yaitu sebesar  $0,594 \text{ m}^3$ . Seperti telah dijabarkan pada persamaan 3.2, masing-masing volume tersebut dikalikan dengan jumlah gerobak atau gerobak motor yang masuk, dan dengan penjumlahan dari total timbulan dari gerobak dan gerobak motor, didapatkan total hasil timbulan sampah di TPS Batu Ampar selama 8 hari berturut-turut. Dari hasil yang telah didapatkan dari 8 hari pengambilan sampel, terdapat perbedaan jumlah sampah yang masuk setiap harinya dan dapat digambarkan dengan grafik, seperti gambar 5.5 di bawah ini:



Gambar 5.5 Jumlah Timbulan Sampah di TPS Batu Ampar

Sumber: Hasil Olahan, 2012

Gambar di atas menunjukkan jumlah timbulan perharinya mulai dari hari Minggu hingga Minggu kembali. Dari gambar tersebut terlihat rata-rata timbulan sampah yang terdapat di TPS batu ampas berkisar antara 62,741 m<sup>3</sup>/hari hingga 118,411 m<sup>3</sup>/hari dengan rata-rata timbulan sampahnya sebesar 91,41 m<sup>3</sup>/hari. Perbedaan tersebut terjadi karena adanya perbedaan aktivitas setiap harinya. Namun pada hari minggu, total timbulannya paling kecil bukan dikarenakan oleh perilaku warga sebagai penghasil sampah, tetapi ada beberapa pemulung yang tidak beroperasi pada hari Minggu. Hal tersebut mengakibatkan sampah menumpuk di setiap rumah warga yang dilayani oleh pemulung yang tidak beroperasi pada hari Minggu, kemudian terjadi penumpukkan sampah pula di TPS pada keesokan harinya, sehingga grafik pada hari Senin meningkat drastis dibandingkan hari Minggu. Hampir setiap minggu siklusnya seperti demikian, timbulan sampah paling kecil biasanya terdapat di hari Minggu dan sampah paling banyak terdapat pada hari Seninnya.

Dengan kapasitas pengangkutan sebesar  $80 \text{ m}^3$  per harinya, timbunan sampah yang ada di TPS dipadatkan dengan faktor pemadatan 2,0 - 2,5. Hal tersebut dilakukan upaya mengurangi volume sampah secara mekanis sehingga pengangkutan ke tempat pembuangan akhir lebih efisien dan penimbunan yang terjadi dapat diminimalisir, serta untuk memperbanyak kapasitas pengangkutan yang hanya menggunakan 2 truk bervolume  $24 \text{ m}^3$  setiap harinya. Meskipun telah dilakukan pemadatan, jumlah timbunan masih melebihi kapasitas pengangkutan sehingga dapat dipastikan terjadi penumpukan sampah di lokasi TPS Batu Ampar. Timbunan sampah yang terdapat di TPS, sebagian diambil oleh penadah barang yang masih dapat digunakan kembali ataupun didaur ulang dan sebagian lagi dibiarkan menumpuk di lahan TPS. Untuk mengurangi penumpukan yang terjadi di TPS seringkali dilakukan pembakaran sampah di ruang terbuka dan yang dapat mencemari udara.

Penambahan sampah yang terus menerus menyebabkan terjadinya penumpukan maka akan mengakibatkan proses degradasi sampah juga berlangsung secara kumulatif, sekaligus mengakibatkan berbagai tingkat degradasi jenis sampah dengan terjadi secara bersamaan. Dalam prosesnya, penguraian sampah organik akan membentuk zat-zat antara unsur tanah, bahan organik yang dapat larut, juga zat kimia yang bersifat toksik. Semua senyawa hasil penguraian sampah baik organik maupun anorganik di TPS sampah akan mempengaruhi kualitas air di sekitar wilayah tersebut, termasuk lindi yang terbentuk dari proses dekomposisi sampah.

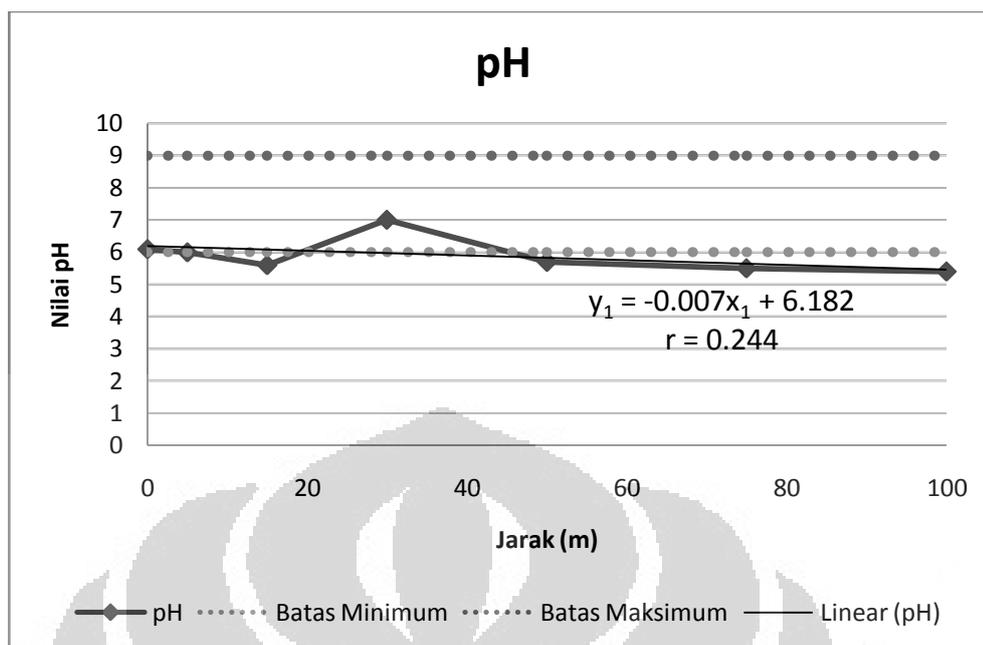
Namun pada daerah penelitian, yaitu daerah sekitar TPS Batu Ampar apabila dilihat dari jumlah timbunan sampah dan komposisi dari timbunan sampah tersebut masih sangat kecil jika dibandingkan dengan TPA. Sesuai dengan namanya penimbunan sampah di TPS bersifat sementara dan dengan skala yang lebih kecil dapat diperkirakan jarak pencemaran yang ditimbulkan oleh sampah tidak akan terlalu jauh. Maka dari itu titik pengambilan sampel air tanah yang akan diteliti tidak lebih dari 100 m.

### 5.3. Hasil Olahan dan Analisis Data Kualitas Air Tanah

Hasil analisis air tanah dari sumur pompa milik warga di dekat TPS Batu Ampar, yaitu pada jarak 0 m, 5 m, 15 m, 30 m, 50 m, 75 m, dan 100 m dari TPS dengan kedalaman yang bervariasi antara 13 – 25 m, namun dari semua sampel yang diambil sumber air tanahnya masih dalam satu zona akuifer, yaitu akuifer tidak tertekan (*unconfined aquifer*) mengujikan beberapa parameter tertentu, seperti pH, amonia, fosfat, nitrat, nitrit, dan zat organik. Dari hasil analisis fluktuasi berbagai nilai parameter dengan perbedaan jarak tampak jelas untuk di tujuh lokasi pengambilan sampel dari beberapa parameter pencemar yang diujikan. Untuk mengetahui kualitas air tanah yang bersumber dari setiap titik yang telah ditentukan masih layak untuk dikonsumsi atau tidak, hasil yang didapat disandingkan dengan standar baku mutu yang ditetapkan oleh PP RI No. 82 Tahun 2001 (Kelas I) untuk parameter pH, amonia, fosfat, nitrat, dan nitrit, dan yang ditetapkan oleh PERMENKES RI No. 492/MENKES/IV/2010 untuk parameter zat organik. Pemilihan parameter tersebut berdasarkan pada kemungkinan peningkatan konsentrasi parameter-parameter akibat perembesan air lindi ke dalam tanah yang berpotensi mencemari air tanah. Pengambilan sampel dilakukan sekali, yaitu pada siang hari. Berikut hasil dan analisis dari beberapa parameter yang diujikan:

#### 5.3.1. pH

pH merupakan derajat keasaman yang dipersyaratkan oleh PP RI No. 82 Tahun 2001 untuk baku mutu air kelas I yaitu antara 6 sampai 9. Berikut grafik yang menunjukkan nilai pH di tujuh titik pengambilan sampel:



Gambar 5.6 Nilai pH pada Air Tanah di Sekitar TPS Batu Ampar

Sumber: Hasil Olahan, 2012

Gambar 5.6 di atas merupakan grafik hubungan antara nilai pH dan variasi jarak pengambilan sampelnya dengan TPS sebagai titik 0 m. Garis putus-putus paling atas merupakan batas maksimum dari nilai pH yang ditetapkan pada baku mutu air kelas I di PP RI No. 82 Tahun 2001, sedangkan garis putus-putus yang paling bawah merupakan batas minimum yang masih ditolerir nilai pHnya. Dari ketujuh lokasi pengambilan sampel hanya satu sampel yang memenuhi syarat baku mutu yang ditetapkan (6 – 9).

Dari hasil analisis data yang menggunakan rumus korelasi diperoleh persamaan regresi dan nilai korelasi, sebagai berikut:

$$y_1 = -0.007x_1 + 6.182 \quad (5.1)$$

$$r = 0.244$$

Dari hasil perhitungan analisis regresi di atas terlihat bahwa tanda minus menunjukkan semakin jauh lokasi titik dari TPS maka nilai pH akan semakin menurun, namun nilai korelasi yang mendekati angka nol menunjukkan bahwa nilai pH pada air tanah tidak dipengaruhi oleh sampah dan air lindi dari TPS.

Dari grafik menunjukkan bahwa sebagian besar nilai pH berada di bawah baku mutu yang ditetapkan dan semakin menurun nilainya mulai dari titik 0 m dengan nilai pH 6,1 hingga pada titik 100 m dari TPS dengan nilai pH 5,4. Hanya saja pada jarak 0 m dan 30 m dari TPS, nilai pH memenuhi syarat baku mutu dengan nilai pH lebih dari 6 dan kurang dari 9. Apabila dilihat dari nilai pH dapat dikatakan pada titik 0 m dan 30 m dari TPS cukup baik kualitasnya dan masih layak atau dalam batas aman untuk dikonsumsi, namun pada titik 0 m dari TPS masih terbilang rendah, dibandingkan titik 30 m dari TPS yang melambung mencapai nilai pH netral. Tingginya nilai pH di titik 30 m dibanding titik lainnya adalah banyaknya jenis aktivitas yang terjadi di titik ini dibandingkan titik lainnya karena titik ini merupakan tempat penampungan tenaga kerja. Berbagai macam aktivitas seperti mencuci, mandi, dan aktivitas lainnya yang menggunakan deterjen atau sabun, menghasilkan air dengan tingkat pH yang cukup tinggi dan dengan sistem sanitasi yang kurang baik dapat meresap ke tanah dan mengkontaminasi sumber air tanah, sehingga sumber air tanah yang berada pada titik 30 m dari TPS selain mendapat kontaminasi dari sampah di TPS, juga ditambah dari hasil aktivitas di titik tersebut. Namun, fluktuasi nilai pH pada masing-masing titik yang diamati tampak tidak besar.

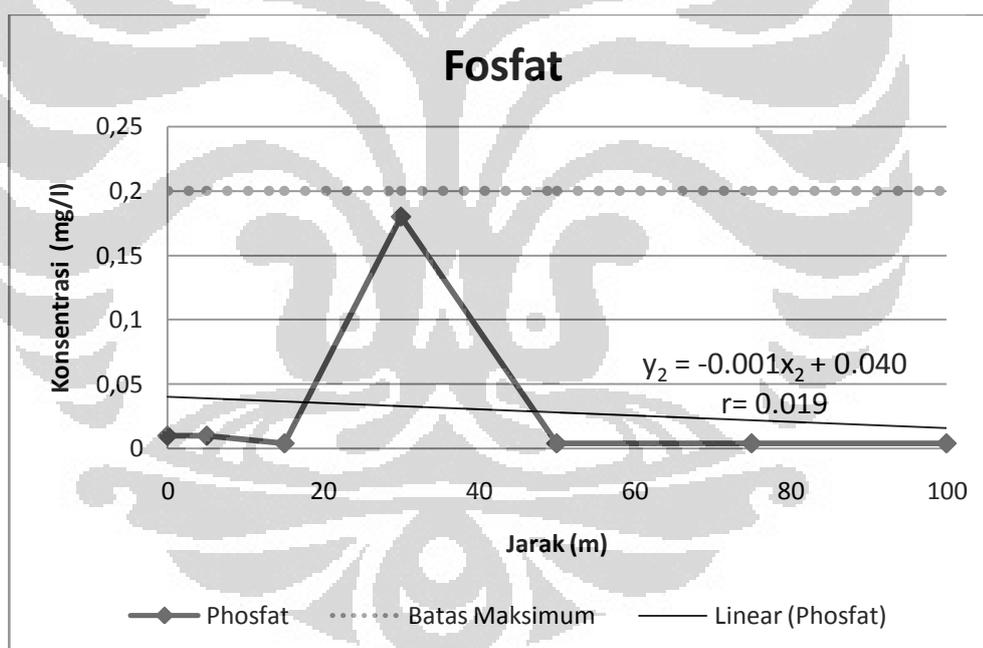
Air limbah atau air lindi yang berasal dari hasil penguraian sampah yang menumpuk akan mengubah pH air yang akhirnya akan mengganggu kehidupan perairan. Rendahnya nilai pH di sekitar TPS Batu Ampar kemungkinan disebabkan lindi yang dihasilkan TPS banyak mengandung logam Fe yang apabila bereaksi dengan air akan mengikis ion  $\text{OH}^-$  dan melepaskan ion  $\text{H}^+$ . Ion hidrogen inilah yang menyebabkan pH rendah, sehingga air tanah menjadi asam.

Secara keseluruhan hasil pengukuran pH di daerah penelitian memperlihatkan bahwa pH air tanah warga di sekitar TPS rendah hingga sedang. Hal ini mungkin disebabkan oleh pengaruh sifat tanah latosol merah yang mengandung logam Fe dan Al. Kedua logam ini bila bereaksi dengan air akan menyebabkan keasaman yang tinggi atau pH rendah, sehingga air

yang melewati tanah ini akan mengalami penurunan pH dari titik 0 m TPS dengan nilai pH 6,1 hingga titik 100 m dari TPS dengan nilai pH 5,4. Derajat keasaman yang lebih kecil dari 6 dan lebih besar dari 9 dapat menyebabkan terbentuknya senyawa kimia yang memungkinkan menjadi bersifat toksik dan mengganggu kesehatan.

### 5.3.2. Fosfat ( $\text{PO}_4$ )

Fosfat merupakan merupakan salah satu kandungan dari air lindi yang dapat juga mencemari air tanah dan dapat mengganggu kehidupan apabila konsentrasinya terlalu besar. Berikut merupakan grafik yang menunjukkan konsentrasi fosfat di tujuh titik pengambilan sampel:



Gambar 5.7 Konsentrasi Fosfat pada Air Tanah di Sekitar TPS Batu Ampar

Sumber: Hasil Olahan, 2012

Gambar 5.7 menunjukkan konsentrasi fosfat pada air tanah dari sumur pompa pada tujuh lokasi pengambilan sampel dari mulai titik 0 m dari TPS atau tepat di TPS Batu Ampar hingga titik 100 m dari TPS. Dari grafik terlihat bahwa konsentrasi senyawa fosfat pada air tanah di daerah penelitian

masih berada di bawah ambang batas untuk dikonsumsi berdasarkan PP RI No. 82 Tahun 2001 baku mutu air kelas I, dengan nilai tertinggi yang terukur adalah sebesar 0.18 mg/l dan nilai terendahnya sebesar 0.004 mg/l. Besarnya konsentrasi fosfat tersebut berasal dari resapan air lindi hasil penguraian dari sampah organik yang membusuk.

Dari hasil analisis data yang menggunakan rumus korelasi diperoleh persamaan regresi dan nilai korelasi, sebagai berikut:

$$y_2 = -0.001x_2 + 0.040 \quad (5.2)$$

$$r = 0.019$$

Dari hasil perhitungan analisis regresi di atas terlihat bahwa tanda minus menunjukkan semakin jauh lokasi titik dari TPS maka konsentrasi fosfat akan semakin menurun, namun nilai korelasi yang mendekati 0 menunjukkan bahwa konsentrasi fosfat pada air tanah tidak dipengaruhi oleh sampah dan air lindi dari TPS. Banyak kemungkinan yang menyebabkan penurunan fosfat tidak dipengaruhi oleh jaraknya dari TPS, salah satunya pada titik-titik pengambilan sampel terdapat sumber atau faktor lain yang menaikkan konsentrasi fosfat seperti pada titik 30 m dari TPS.

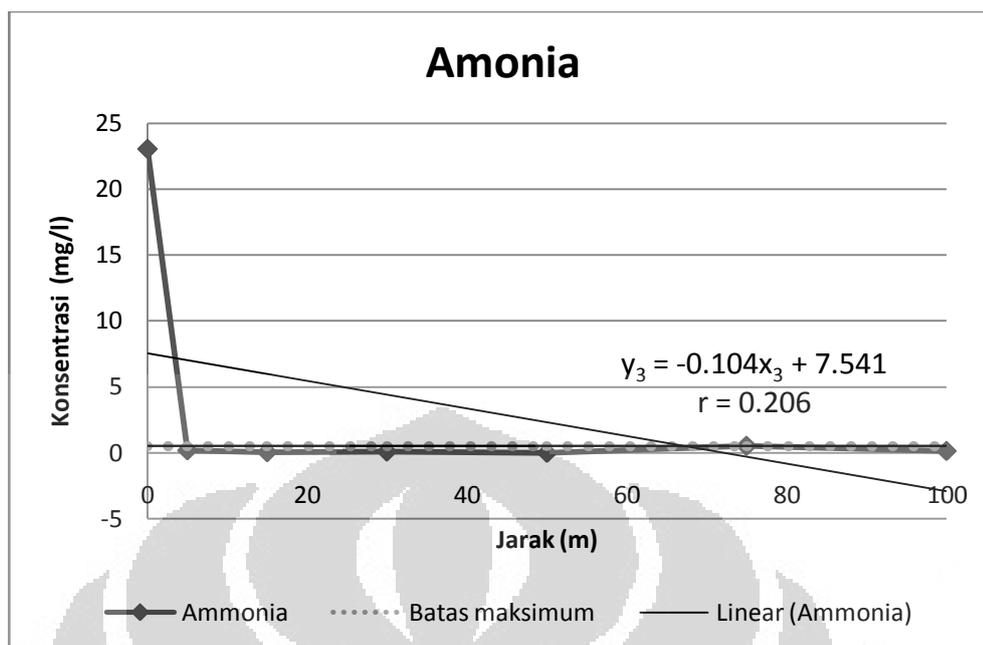
Sama seperti nilai pH, pada titik 30 m dari TPS terjadi penyimpangan yang cukup jauh dengan konsentrasi 0,18 mg/l. Kemungkinan terjadinya penyimpangan ini karena di titik 30 m dari TPS merupakan tempat penampungan tenaga kerja yang jumlah orangnya cukup banyak dan menghasilkan aktivitas yang lebih banyak juga dibanding rumah pada umumnya, seperti kegiatan mencuci dengan menggunakan deterjen selain itu juga menghasilkan feses yang lebih banyak dari pemukiman sekitarnya. Oleh karena komposisi dari deterjen yang digunakan oleh warga di titik tersebut mengandung senyawa fosfat dan pembuangan limbah cucian tidak dilakukan pengolahan lebih lanjut melainkan langsung dialirkan ke bak resapan atau langsung dibuang di sekitar sumur yang digunakan maka air yang mengandung senyawa fosfat dapat dengan mudah meresap ke air tanah dan mencemari sumber air tanah.

Dari dasar teori yang didapatkan, tingginya konsentrasi fosfat bersumber dari kegiatan-kegiatan masyarakat seperti pencucian, pertanian dan peternakan, selain itu juga fosfat juga dihasilkan oleh alam. Fosfor selain berasal dari dekomposisi bahan organik dan juga bersumber dari antropogenik adalah limbah industri dan domestik yakni fosfor yang berasal dari deterjen serta limbah dari daerah pertanian yang menggunakan pupuk sehingga akan memberikan kontribusi yang cukup besar bagi keberadaan fosfor. Di daerah penelitian yang tidak terdapat tempat pertanian maka penyimpangan yang jauh bukan berasal dari rembesan air lindi sampah karena letak sumber air tanah yang lebih dekat dengan TPS memiliki konsentrasi fosfat yang jauh lebih kecil.

Banyaknya fosfat dalam perairan dapat menyebabkan eutrofikasi yang mampu merusak ekosistem perairan, dimana banyak ikan mati karena kekurangan oksigen dalam air, yang jika dikonsumsi oleh manusia dapat menyebabkan keracunan.

### 5.3.3. Amonia ( $\text{NH}_3$ )

Sumber utama amonia adalah dari substansi nitrogen atau adanya bahan organik hasil penguraian sampah oleh bakteri yang tidak dapat teroksidasi menjadi nitrit dan nitrat sehingga bersama-sama air hujan senyawa amonia akan terangkut dan meresap ke dalam air tanah dangkal. Adanya amonia yang terkandung dalam air lindi yang dihasilkan berpotensi mencemari air tanah apabila meresap ke tanah. Berikut merupakan grafik yang menunjukkan konsentrasi amonia di tujuh titik pengambilan sampel:



Gambar 5.8 Konsentrasi Amonia pada Air Tanah di Sekitar TPS Batu Ampar

Sumber: Hasil Olahan, 2012

Gambar 5.8 menunjukkan konsentrasi amonia pada air tanah dari sumur pompa pada tujuh lokasi pengambilan sampel dari mulai titik 0 m dari TPS atau tepat di TPS Batu Ampar hingga titik 100 m TPS. Dari grafik dapat dilihat nilai terendah yang terukur adalah sebesar 0.01 mg/l dan nilai tertingginya sebesar 23.06 mg/l. Namun, grafik tidak menunjukkan keteraturan antara jarak yang semakin menjauh dari TPS dengan menurunnya konsentrasi amonia dari air tanah yang diambil dari sumur pompa. Secara umum, di daerah penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi senyawa amonia pada air tanahnya di bawah ambang batas untuk dikonsumsi, sesuai PP RI No. 82 tahun 2001 baku mutu air kelas I dengan konsentrasi maksimum  $\text{NH}_3$  yang diperoleh, yaitu sebesar 0,5 mg/l.

Dari hasil analisis data yang menggunakan rumus korelasi diperoleh persamaan regresi dan nilai korelasi sebagai berikut:

$$y_3 = -0.104x_3 + 7.541 \quad (5.3)$$

$$r = 0,206$$

Dari hasil perhitungan analisis regresi di atas terlihat bahwa persamaan regresinya bernilai minus yang menunjukkan hubungan semakin jauhnya lokasi titik sampel dari TPS maka konsentrasi amoniaknya akan semakin menurun, namun nilai korelasi yang lebih dekat ke angka nol menunjukkan bahwa pengaruh jarak titik sampel dari TPS terhadap konsentrasi amonia tidak terlalu terlihat, karena ada banyak faktor atau sumber lain pada titik sampel yang menyebabkan naik atau turunnya konsentrasi amonia. Salah satu kemungkinannya adalah ketersediaan oksigen pada tanah yang mempengaruhi kehadiran amonia.

Pada titik 0 m atau dari sumber air tanah yang tepat berada di TPS konsentrasi amonia yang terlalu tinggi dengan konsentrasi 23.06 mg/l dan sangat jauh perbedaan dengan konsentrasi amonia pada titik selanjutnya yang kecil dan fluktuasinya juga sangat rendah. Kemungkinan sangat tingginya konsentrasi amonia ini karena lokasi penimbunan sampah dan sumber air tanah yang diambil dari sumur pompa tersebut sangat dekat jaraknya dan tidak terhalang oleh lapisan apapun. Selain itu, tingginya konsentrasi amonia yang terkandung pada air tanah di lokasi ini disebabkan oleh kedalaman sumur yang rendah, dengan kedalaman kurang lebih 13 m, sehingga air permukaan yang banyak mengandung bahan-bahan organik hasil limbah lebih cepat dan mudah masuk ke dalam tanah yang bersifat porous. Kondisi lahan TPS yang lembab karena setiap harinya terkontaminasi air lindi, menyebabkan tanah pada lokasi tersebut terdegradasi sehingga sedikit oksigen yang masuk ke dalam tanah, hal tersebut juga menjadi pemicu tingginya konsentrasi amonia.

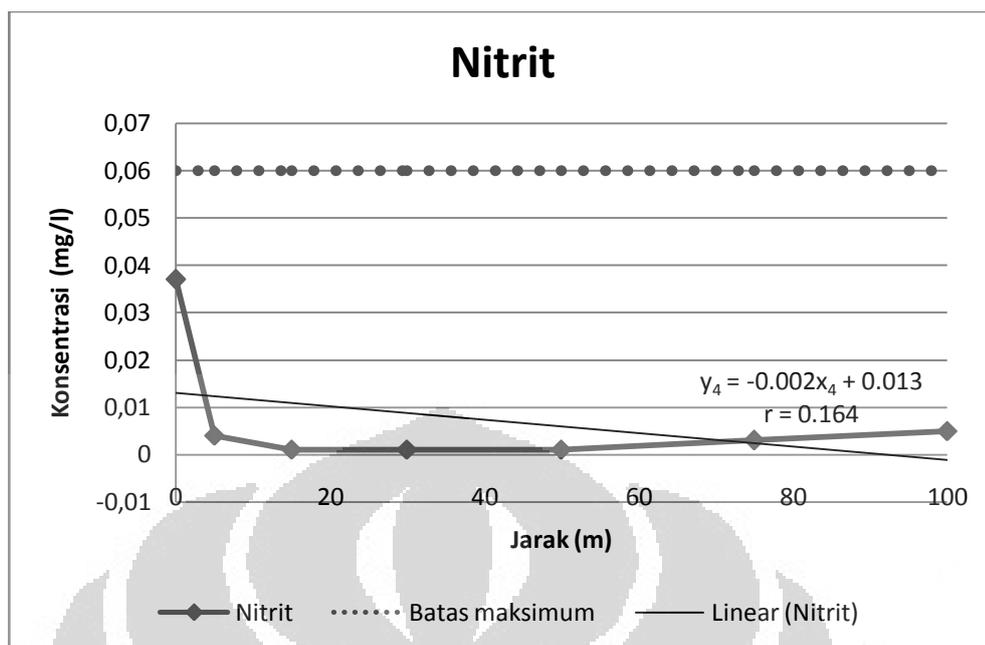
Banyaknya jumlah timbunan sampah yang ada di TPS Batu Ampar mengindikasikan jumlah sampah organik yang tidak sedikit juga (68,28%). Senyawa nitrogen dari sampah organik mengalami proses oksidasi, dan sumber amonia di perairan berasal dari pemecahan nitrogen organik yang timbul dari dekomposisi bahan organik oleh mikroba dan jamur, juga menyebabkan tingginya konsentrasi amonia pada titik 0 m atau pada lokasi TPS.

Pada titik 5 m hingga 100 m dari TPS konsentrasi amonia menurun drastis sampai di bawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan, hal ini karena proses perkolasi atau aliran air di dalam tanah dengan ketersediaan oksigen yang cukup, sehingga dapat mengoksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat. Selain itu kedalaman sumur atau sumber air tanah yang bervariasi pada setiap titik dan tidak berpola, mengindikasikan jumlah oksigen yang berbeda pula. Walaupun pada grafik menunjukkan ketidakstabilan konsentrasi amonia seiring menjauhnya titik sampel dari TPS, fluktuasi konsentrasinya tidak terlalu signifikan seperti pada titik 0 m atau tepat di lokasi TPS.

Limbah pemukiman umumnya banyak mengandung senyawa organik dan protein yang dapat teruraikan oleh bakteri menjadi amonia, nitrit, dan nitrat, senyawa tersebut mudah larut dalam air dan meresap hingga mencemari air tanah. Namun secara keseluruhan, air tanah daerah di sekitar TPS memiliki konsentrasi amonia di bawah baku mutu.

#### 5.3.4. Nitrit ( $\text{NO}_2$ )

Nitrit merupakan bentuk peralihan antara amonia dan nitrat (nitrifikasi) dan antara nitrat dan gas nitrogen (denitrifikasi). Berikut merupakan grafik yang menunjukkan konsentrasi nitrit di tujuh titik pengambilan sampel:



Gambar 5.9 Konsentrasi Nitrit pada Air Tanah di Sekitar TPS Batu Ampar

Sumber: Hasil Olahan, 2012

Gambar 5.9 memperlihatkan sebaran konsentrasi nitrit pada air tanah di tujuh titik atau jarak yang berbeda. Secara keseluruhan, di lokasi penelitian tidak ditemukan sampel air tanah yang tercemar nitrit, nilai yang terukur masih rendah dan jauh dari batas minimum yang aman untuk konsumsi, dimana menurut PP RI No. 82 Tahun 2001 konsentrasi nitrit pada air tidak boleh lebih dari 0,1 mg/l, karena di dalam tubuh konsentrasi nitrit yang tinggi bersifat racun yang dapat membentuk methemoglobin yaitu keadaan dimana haemoglobin tidak mengikat oksigen. Daerah penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi senyawa nitrit pada air tanahnya masih berada dalam batas aman untuk dikonsumsi dengan konsentrasi tertinggi yang terukur sebesar 0.037 mg/l dan konsentrasi terendahnya sebesar 0.001 mg/l. Secara keseluruhan grafik menunjukkan penurunan konsentrasi nitrit seiring semakin jauhnya jarak pengambilan sampel dari TPS kemudian setelah titik 50 m dari TPS konsentrasi nitrit kembali meningkat dengan peningkatan yang tidak terlalu besar.

Dari hasil analisis data yang menggunakan rumus korelasi diperoleh persamaan regresi dan nilai korelasi sebagai berikut:

$$y_4 = -0.002x_4 + 0.013 \quad (5.4)$$
$$r = 0.164$$

Dari hasil perhitungan analisis regresi di atas terlihat bahwa tanda minus menunjukkan semakin jauh lokasi titik dari TPS maka konsentrasi nitrit akan semakin menurun, dan dengan nilai korelasi yang mendekati angka nol mengindikasikan bahwa antara pengaruh jarak dari TPS ke titik sampel terhadap konsentrasi nitrit pada air tanah tidak terlalu berhubungan.

Pada gambar 5.9 terlihat pola grafik konsentrasi nitrit terhadap perubahan jarak hampir sama dengan grafik amonia, dimana konsentrasi pencemar pada titik 0 m atau tepat di lokasi TPS lebih tinggi daripada titik yang lebih jauh dari TPS. Karena nitrit merupakan rangkaian dari siklus nitrogen, jadi penjelasan yang dapat diberikan terkait tingginya konsentrasi di titik 0 m dari TPS hampir sama dengan penjelasan dari amonia. Apabila dilihat dari reaksi kimianya, nitrit merupakan hasil perubahan dari amonia yang teroksidasi, dari pernyataan tersebut seharusnya konsentrasi nitrit pada air tanah di setiap titik dalam waktu yang sama sebanding dengan konsentrasi amonianya, namun faktor perbedaan kedalaman yang mempengaruhi ketersediaan oksigen juga mempengaruhi laju reaksinya sehingga terjadi perbedaan perbandingan antara konsentrasi amonia dan nitrit di setiap titik sampel.

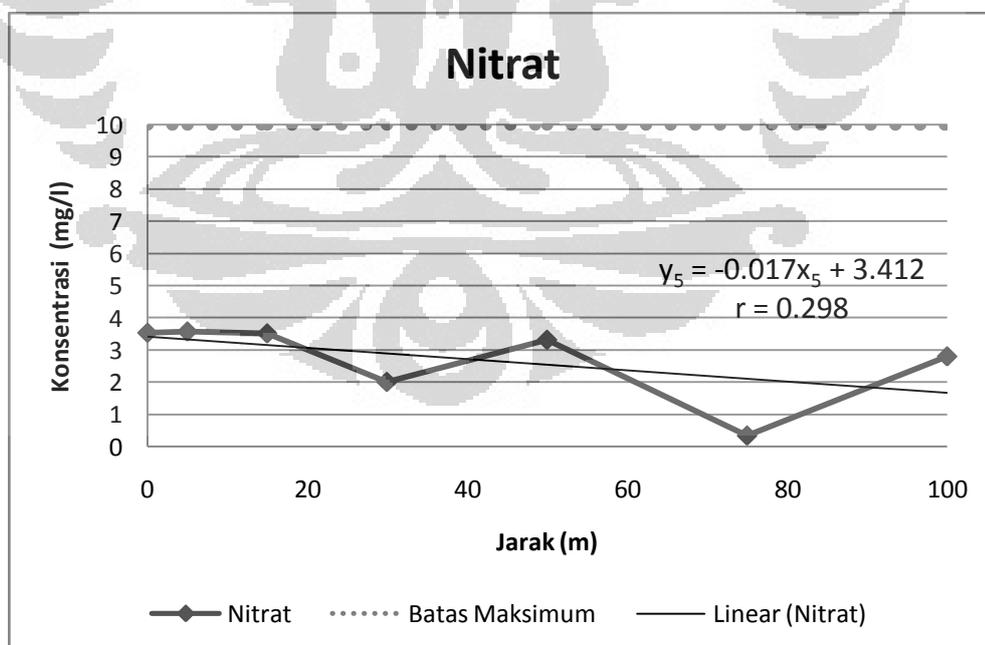
Berdasarkan pengukuran air tanah tersebut menunjukkan konsentrasi nitrit lebih kecil dari pada konsentrasi amonia dan nitrat disebabkan karena senyawa nitrit yang tidak stabil karena belum mengalami oksidasi sempurna, dengan adanya oksigen yang cukup maka nitrit segera tereduksi menjadi nitrat. Keberadaan nitrit menggambarkan berlangsungnya proses biologis perombakan bahan organik yang memiliki kadar oksigen terlarut rendah, sehingga kandungan nitrit pada air terdapat dalam jumlah yang lebih kecil dari nitrat. Selain itu meningkatnya konsentrasi nitrit

tersebut bersumber dari proses reduksi nitrat dari bahan organik oleh mikroorganisme anaerob. Proses denitrifikasi nitrat oleh mikroba pada kondisi anaerob akan menghasilkan nitrit dan gas amonia.

Dari grafik menunjukkan sampel air tanah yang diambil dari perumahan di sekitar TPS tidak ada yang melampaui batas baku mutu, kemungkinan jenis tanah di TPS Batu Ampar dan sekitarnya merupakan tanah latosol merah yang tingkat oksigennya cukup tinggi maka proses nitrifikasi yang cepat mengubah nitrat menjadi nitrat, dan konsentrasi nitritnya menjadi rendah.

### 5.3.5. Nitrat ( $\text{NO}_3$ )

Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) merupakan bagian dari siklus nitrogen. Oleh karena nitrit dapat dengan mudah dioksidasikan menjadi nitrat, maka nitrat adalah senyawa yang paling sering ditemukan di dalam air bawah tanah maupun air yang terdapat di permukaan. Berikut merupakan grafik yang menunjukkan konsentrasi nitrat di tujuh titik pengambilan sampel:



Gambar 5.10 Konsentrasi Nitrat pada Air Tanah di Sekitar TPS Batu Ampar

Sumber: Hasil Olahan, 2012

Gambar 5.10 memperlihatkan sebaran konsentrasi nitrat pada air tanah di tujuh titik atau jarak yang berbeda. Secara keseluruhan, di lokasi penelitian tidak ditemukan sampel air tanah yang tercemar nitrat, nilai yang terukur masih rendah dan jauh dari standar minimum aman untuk konsumsi yang ditetapkan oleh PP RI No.82 Tahun 2001 dengan konsentrasi maksimal 10 mg/l. Konsentrasi terendah yang terukur adalah sebesar 0.01 mg/l dan konsentrasi tertingginya sebesar 3.58 mg/l. Dengan demikian dapat dikatakan air tanah yang berada di wilayah sekitar TPS Batu Ampar tidak tercemar oleh nitrat karena konsentrasinya yang tidak melebihi 10 mg/l.

Dari hasil analisis data yang menggunakan rumus korelasi diperoleh persamaan regresi dan nilai korelasi sebagai berikut:

$$y_5 = -0.017x_5 + 3.412 \quad (5.5)$$
$$r = 0.298$$

Dari hasil perhitungan analisis regresi di atas terlihat bahwa tanda minus menunjukkan menurunnya konsentrasi nitrat seiring menjauhnya lokasi titik sampel dari TPS, sedangkan nilai korelasi yang mendekati lebih mendekati nol daripada satu mengindikasikan bahwa berhubungan konsentrasi nitrat pada air tanah dengan jarak titik sampel ke TPS tidak terlalu erat. Kemungkinan terdapatnya sumber lain yang meningkatkan konsentrasi nitrat pada titik sampel.

Apabila dikaitkan antara besarnya konsentrasi nitrat dari air tanah dengan jarak dari lokasi TPS, tidak memperlihatkan kecenderungan bahwa semakin jauh jaraknya dari TPS konsentrasi nitratnya semakin menurun. Hal ini dikarenakan adanya sumber-sumber lain yang menyebabkan menurunnya konsentrasi nitrat pada titik-titik tertentu, seperti pada titik 30 m dan 75 m dari TPS, kemungkinan terjadinya penurunan tersebut karena proses oksidasi nitrit tidak berjalan lancar.

Faktor utama berlangsungnya proses nitrifikasi yang dimulai dari nitrogen organik menjadi amonia, nitrit dan nitrat adalah oksigen, karena

bakteri yang mengubah amonia menjadi nitrat (*Nitrosomonas*) dan bakteri yang mengubah nitrit menjadi nitrat (*Nitrosococcus*) bersifat aerob dengan membutuhkan oksigen untuk menjalankan tugasnya, maka jumlah oksigen menjadi penentu laju perubahan atau reaksi yang terjadi. Proses nitrifikasi akan dimulai pada permukaan tanah oleh butir tanah dan terus bergerak ke lapisan tanah di bawahnya seperti pergerakan udara pada pori tanah. Nitrat yang terbentuk merupakan senyawa yang stabil dan tidak dapat diabsorpsi. Senyawa yang mengandung nitrat di dalam tanah biasanya larut dan dengan mudah bermigrasi dengan air bawah tanah.

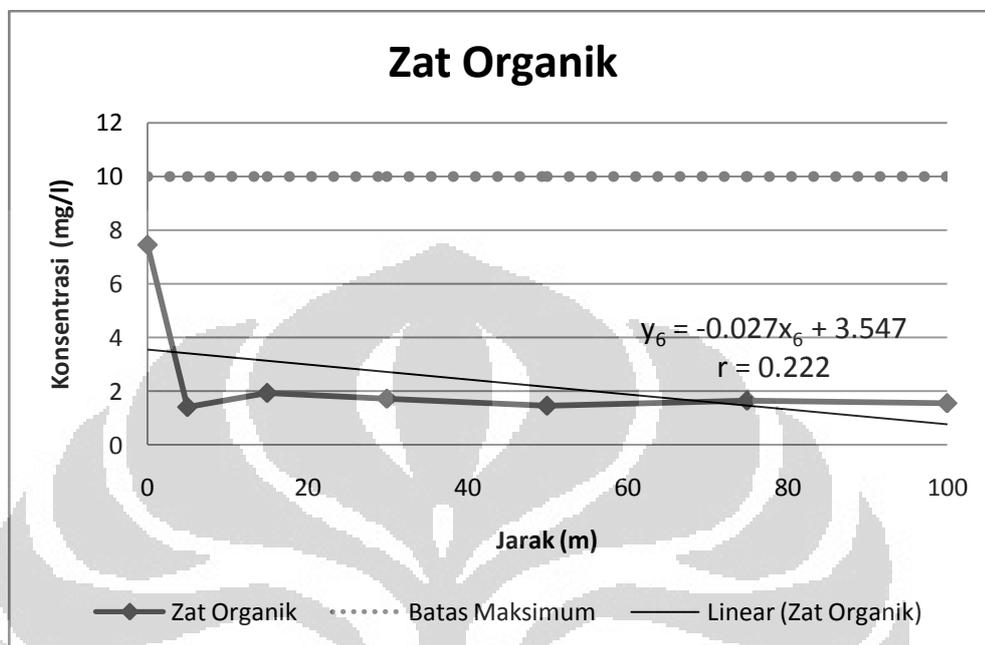
Seperti perubahan dari amonia menjadi nitrit, perubahan nitrit menjadi nitrat pun seharusnya sebanding pada setiap titiknya. Namun, terlihat pada grafik amonia, nitrit, dan nitrat, ketiganya memiliki pola grafik yang berbeda atau tidak sebanding. Pada titik 30 m dan 75 m dari TPS terjadi penyimpangan yang cukup signifikan, konsentrasi nitrat menurun drastis tidak sesuai pola grafik sebelumnya yang menurun perlahan. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh nitrit yang tidak teroksidasi sempurna menjadi nitrat.

Selain dari dekomposisi sampah organik, nitrat juga dipengaruhi oleh tumbuhan. Akar tumbuhan menyerap nitrat, selanjutnya oleh bakteri denitrifikasi, nitrat diubah menjadi amonia kembali dan amonia diubah menjadi nitrogen yang dilepaskan kembali ke udara. Sesuai dengan penjelasan di atas, kondisi rumah pada titik 30 m dan 75 m dari TPS memiliki tumbuhan yang lebih banyak dibandingkan rumah lainnya, sehingga konsentrasi nitrat yang terkandung pada tanah diserap oleh akar tumbuhan yang berpengaruh pula dalam penurunan konsentrasi nitrat pada air tanah di titik tersebut.

#### 5.3.6. Zat organik

Angka permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) merupakan indikator dari kandungan zat organik yang mencemari air tanah dengan meresapnya dari hasil

timbunan sampah basah. Berikut merupakan grafik yang menunjukkan konsentrasi permanganat di tujuh titik pengambilan sampel:



Gambar 5.11 Konsentrasi Zat Organik pada Air Tanah di Sekitar TPS Batu Ampar

Sumber: Hasil Olahan, 2012

Gambar 5.11 secara keseluruhan menunjukkan bahwa konsentrasi zat organik pada daerah penelitian air tanahnya masih berada di bawah baku mutu yang diperbolehkan untuk dikonsumsi sesuai PERMENKES RI No. 492/MENKES/IV/2010, yaitu dibawah 10 mg/l. Konsentrasi terendah yang terukur pada sampel yang diambil adalah sebesar 1.41 mg/l dan konsentrasi tertingginya sebesar 7.46 mg/l. Fluktuasinya tidak terlalu besar, hanya saja pada titik 0 m dari TPS yang cukup menyimpang namun masih di bawah ambang baku mutu.

Komposisi sampah yang sebagian besar organik yaitu 68,28 % mempengaruhi adanya konsentrasi zat organik di sampel air tanah yang diambil dari sumur pompa milik warga di sekitar TPS Batu Ampar. Sampah organik tersebut selama tertimbun di TPS mengalami proses dekomposisi

dan larut dalam air lindi yang selanjutnya meresap ke dalam tanah mencemari sumber air tanah. Dapat dilihat pada titik 0 m atau tepat di lokasi TPS, sama seperti zat pencemar seelumnya, pada titik ini konsentrasi zat organiknya paling tinggi. Hasil tersebut kemungkinan karena sumber air tanahnya dengan sumber timbunan sangat dekat jaraknya dan sumber air tanahnya dangkal sehingga pencemarannya lebih besar dibandingkan dengan hasil dari titik sampel yang lebih jauh dari TPS.

Dari hasil analisis data yang menggunakan rumus korelasi diperoleh persamaan regresi dan nilai korelasi sebagai berikut:

$$y_6 = -0.027x_6 + 3.547 \quad (5.6)$$

$$r = 0.222$$

Dari hasil perhitungan analisis regresi di atas terlihat bahwa tanda minus menunjukkan semakin jauh lokasi titik dari TPS maka konsentrasi zat organik akan semakin turun, namun nilai korelasi yang jauh dari angka 1 menunjukkan bahwa konsentrasi zat organik pada air tanah tidak terlalu dipengaruhi oleh sampah dan air lindi dari TPS. Banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya ketidaksesuaian hipotesa dengan hasil akhir yang didapatkan.

Apabila dilihat berdasarkan komposisi kimia dari air lindi, angka permanganat atau konsentrasi zat organik tidak termasuk dalam parameter tersebut. Tetapi zat organik merupakan indikator dari jumlah penguraian sampah organik yang bereaksi dengan air dan meresap kedalam tanah sampai mencapai sumber air tanahnya. Dari hasil yang didapatkan, dengan konsentrasi zat organik tepat di lokasi TPS lebih tinggi dibandingkan konsentrasi zat organik di titik lain, namun besarnya konsentrasi tersebut masih kurang dalam batas aman konsumsi atau kurang dari 10 mg/l, dapat dipastikan sumber air tanah di sekitar TPS Batu Ampar dari zat organik tidak ada yang tercemar oleh keberadaan TPS ini. Seandainya terjadi peningkatan hingga melebihi konsentrasi zat organik di titik 0 m dari TPS, maka pencemaran tersebut disebabkan oleh faktor lain dan bukan bersumber dari penguraian sampah di TPS.

Dari hasil pengujian ketujuh parameter pencemar air tanah dalam penelitian ini, didapat persamaan dengan analisis regresi linear dan nilai korelasi sebagai berikut:

- pH:  $y_1 = -0,007x_1 + 6,182$  ;  $r = 0.244$
- Fosfat:  $y_2 = -0,001x_2 + 0,040$  ;  $r = 0.019$
- Amonia:  $y_3 = -0,104x_3 + 7,541$  ;  $r = 0,206$
- Nitrit:  $y_4 = -0,002x_4 + 0,013$  ;  $r = 0.164$
- Nitrat:  $y_5 = -0,017x_5 + 3,412$  ;  $r = 0.298$
- Zat Organik:  $y_6 = -0,027x_6 + 3,547$  ;  $r = 0.222$

Dimana:

- $y_1$  : Konsentrasi pH
- $y_2$  : Konsentrasi fosfat
- $y_3$  : Konsentrasi amonia
- $y_4$  : Konsentrasi nitrit
- $y_5$  : Konsentrasi nitrat
- $y_6$  : Konsentrasi zat organik
- $x_1 - x_6$  : Jarak sumber air tanah dari TPS
- $r$  : Nilai korelasi linear

Keseluruhan hasil regresi linear konsentrasi kualitas air tanah di sekitar TPS Batu Ampar ini menunjukkan bahwa hubungan linear antara konsentrasi pencemar dan jarak sumber air tanah dari TPS cukup rendah, tidak ada nilai yang hampir mendekati +1 atau -1. Koefisien korelasi antara dua peubah yang hampir mendekati 0 berimplikasi tidak ada hubungan linear, namun tidak berarti antara peubah itu pasti tidak terdapat hubungan. Apabila dilihat dari bentuk grafik setiap parameter, konsentrasi pencemar akan semakin kecil nilainya seiring bertambahnya jarak titik sampel dari TPS. Adanya sumber pencemar lain, seperti yang telah dijabarkan pada analisis, menyebabkan konsentrasi pencemar meningkat atau menurun secara ekstrim di titik tertentu,

hal inilah yang menyebabkan hubungan linear atau nilai korelasi setiap parameter bernilai kecil.

Hasil penelitian yang didapatkan, menunjukkan bahwa kualitas air tanah di daerah tersebut masih tergolong baik atau tidak tercemar karena tidak melampaui baku mutu dan aman untuk dikonsumsi. Dengan skala TPS yang tidak terlalu besar dan rata-rata jumlah timbulan yang hanya 91,41 m<sup>3</sup> perharinya, dibandingkan dengan jumlah timbulan di TPA Bantar Gebang yang menurut data Suku Dinas Kebersihan DKI Jakarta pada tahun 2008 bisa mencapai 24960 m<sup>3</sup>/hari. Dari sampah yang dihitung komposisinya, juga tidak terdapat zat-zat atau bahan yang berbahaya, dan dengan jumlah sampah organik yang sebesar 62,28 % serta waktu penimbunan yang tidak lebih dari 1 minggu. Hal tersebut tidak menimbulkan pencemaran yang mengkhawatirkan.

Dari beberapa penelitian serupa yang pernah dilakukan sebelumnya oleh Tuti Haslinda pada tahun 1998 di TPA Bantar Gebang. Dengan skala penelitiannya di TPA, pada jarak 200 m dari TPA pun air tanah masih tercemar oleh parameter kimia yang terdapat pada sampah. Jadi, konsentrasi pencemar dari sumber tanah di sekitar TPA Batu Ampar yang secara keseluruhan masih memenuhi baku mutu dinilai wajar karena memang jumlah timbulan perhari sampah di TPS Batu Ampar hanya 0,3% dari timbulan sampah di TPA Bantar Gebang, dan dengan waktu penimbunan yang jauh lebih singkat, karena memang fungsi TPS yang hanya menjadi tempat penampungan sampah sementara.

## **BAB 6**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang dilakukan tentang pengaruh penimbunan sampah di lahan terbuka terhadap kualitas air tanah di sekitar TPS Batu Ampar dapat disimpulkan beberapa poin, sebagai berikut :

1. Kualitas air tanah yang diambil dari sumur pompa dari pemukiman sekitar TPS Batu Ampar sebagian besar parameter yang diujikan masih dalam batas aman untuk dikonsumsi berdasarkan PP RI No. 82 Tahun 2001 dan PERMENKES RI No. 492/MENKES/IV/2010. Tetapi ada beberapa parameter yang melebihi baku mutu seperti amonia pada titik 0 m dan nilai pH pada titik 15 m, 50 m, 75 m, dan 100 m dari TPS.
2. Dari hasil yang ditunjukkan pada grafik, tingkat pencemaran akan semakin berkurang dengan semakin jauhnya jarak sumber air tanah dari TPS, jadi hipotesa penelitian ini dapat dianggap benar atau diterima. Namun dengan analisis regresi linear, nilai korelasinya memperlihatkan bahwa hubungan linear antara kualitas air tanah di lokasi penelitian dengan jarak sumber air tanah dari TPS memiliki tingkat hubungan yang rendah, hal ini karena ada titik-titik ekstrim yang dipengaruhi oleh faktor lain..
3. Penyebaran parameter yang berasal dari lindi sampah di TPS tidak dapat disimpulkan polanya, karena hampir setiap parameter diberbagai titik konsentrasi pencemar di setiap titik meningkat atau menurun secara tidak beraturan.

#### **6.2 Saran**

Dalam penelitian ini perlu diberikan beberapa saran, yaitu:

- Perlunya pemusatan titik penimbunan sampah di TPS Batu Ampar, dengan lantai berlapis beton dan dibuat saluran untuk aliran air lindi yang dihasilkan sampah agar tidak mencemari tanah dan air.

- Pemilahan sampah yang masih dapat digunakan atau didaur ulang lebih dimaksimalkan, agar volume yang diangkut ke TPA dapat berkurang bebannya, tidak ada lagi sampah yang tertimbun hingga sehari-hari, dan dapat mengurangi atau meniadakan aktivitas pembakaran sampah yang tidak terangkut ke TPA.
- Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang kualitas air pada musim yang berbeda yaitu musim kemarau, dan juga dilakukan penelitian parameter lain yang tidak diujikan dalam penelitian ini. Karena musim atau curah hujan akan mempengaruhi kualitas air tanah ataupun air permukaan
- Menggunakan metode radius bukan garis, karena bisa saja kemiringan topografi tanah atau faktor lainnya yang lebih berpengaruh terhadap pergerakan air tanah yang tercemar oleh lindi sampah dari TPS. Dan juga untuk menjadi perbandingan dengan metode penelitian ini.
- Memperkecil jarak penelitian karena proses infiltrasi air tanah yang lambat dan penumpukkan sampah yang tidak terlalu besar menyebabkan jarak pencemaran air tanah lebih sempit.

## DAFTAR REFERENSI

- Arbain, Mardana, Sudana, (2002). *Pengaruh Lindi TPA Suwung terhadap Air Tanah Dangkal di Denpasar*, Universitas Udayana, Denpasar
- Depkes RI, (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan No.492/PERMENKES/IV/2010 tentang Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih*, Jakarta
- DPR RI, (2009). *UU Republik Indonesia No 32 tahun 2009 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup*, Jakarta
- Gotaas, Harlod B., (1983). *Composting, Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Waste*, WHO, Geneva, ISBN-10: 9241400315
- Harinaldi, (2005). *Prinsip-Prinsip Statistik untuk Teknik dan Sains*, Erlangga, Jakarta, ISBN: 978-979-015-989-1
- Haslinda, Tuti, (1998). *Hubungan Sanitary Landfill Dengan Kualitas Air Tanah dan Kesehatan Masyarakat*, Universitas Indonesia, Depok
- Hendryana, Heru, (2002), *Dampak Pemanfaatan Air Tanah*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Kelurahan Batu Ampar, (2011). *Laporan Akhir Tahun Kelurahan Batu Ampar Tahun 2011*, Jakarta
- Lehr, Jay H & Keeley, Jack, (2005). *Water Encyclopedia Groundwater*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, ISBN-10: 047173683X
- Mahardika, Anizah & Zulfikar, M. Dana & Lutfi, Akhmad Athar, (2010). *Mendeteksi Dampak Polutan Sampah terhadap Air Tanah Pemukiman di Sekitar TPA dengan Menggunakan Metode Geolistrik*, Universitas Negeri Malang, Malang
- National Research Council, (2008). *Prospects for Managed Underground Storage of Recoverable Water*, National Academic Press, Washington, D.C., ISBN-10: 0-309-11439-X
- Republik Indonesia. (2001). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 82 Tahun 2001 tentang ppPengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta

- Saefuddin, Asep, (2008). *Statistika Dasar*. Grasindo. Jakarta, ISBN: 9790256787
- Salvato, J.A., (2003). *Environmental Engineering and Sanitation* (5<sup>th</sup> Ed.), John Wiley & Son, Inc., New York, ISBN-10: 0471523771
- Samuel, (1997). *Pengaruh Letak TPA pada Kualitas Air Sumur Sekitarnya: Studi Kasus Sanitary Landfill di LPA Sampah Kota Padang*, Universitas Indonesia, Depok
- Sawyer, Clair N., McCarty, Perry L. & Parkin, Gene F., (2003). *Chemistry for Environmental Engineering* (5<sup>th</sup> ed.), McGraw-Hill Inc., New York, ISBN-10: 0072480661
- Schwab, Glenn O., Elliot, William J., & Fangmeier, Delmar D., (1996). *Soil and Water Management Systems* (4<sup>th</sup> Ed.), John Wiley & Son, Inc., New York, ISBN-10: 0471109738
- Shah A.S, Patel D.L., (2008). *Water Management (Conservation, Harvesting, and Artificial Recharge)*, New Age International (P) Ltd, Publishers, New Delhi, ISBN-10: 8122422241
- SNI 19-3964-1994 (1994). *Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*, Jakarta
- Suthersan S.S, (1999). *Remediation Engineering Design Concept*, Lewis Publishers, New York, ISBN-10: 1566701376
- Tchobanoglous, George, Theisen, H. Vigil, Samuel A., (1993). *Integrated Solid Waste Management*, Mc Graw Hill Inc., New York, ISBN-10: 0070632375
- Todd, David K., (2005). *Groundwater Hydrology* (3<sup>rd</sup> Ed.), John Wiley & Son, Inc., New York, ISBN-10: 0471059374
- Van der Perk, Marcel, (2006). *Soil and Water Contamination*, Taylor & Francis Group plc, London, ISBN-10: 0-415-40943-8



**LAMPIRAN**

**Lampiran 1. Hasil Pengukuran Sampel Komposisi Sampah di TPS Batu Ampar**

Hari ke-	Organik (kg)	Anorganik (kg)	Kertas (kg)	Plastik (kg)	Lain-lain (kg)	Total (kg)
1	73.4	28.8	6.7	7	15.1	102.2
2	75.3	26.1	2.6	11.7	11.8	101.4
3	69.8	29.5	3.3	9.1	17.1	99.3
4	62.5	38.7	9.2	8.3	21.2	101.2
5	66.1	34.6	7.4	12.4	14.8	100.7
6	72.9	27.4	1.7	9.8	15.9	100.3
7	63.8	35.3	1.1	12.6	21.6	99.1
8	65.2	35.1	9.8	7.1	18.2	100.3

**Lampiran 2. Jumlah Pengangkutan Sampah yang Masuk ke TPS Batu Ampar**

Hari ke-	Jumlah gerobak masuk	Jumlah gerobak motor masuk	Volume gerobak (m <sup>3</sup> )	Volume gerobak motor (m <sup>3</sup> )	Total timbunan (m <sup>3</sup> /hari)
1	63	2	1.08	0.594	69.228
2	108	3	1.08	0.594	118.422
3	94	4	1.08	0.594	103.896
4	83	3	1.08	0.594	91.422
5	95	2	1.08	0.594	103.788
6	87	3	1.08	0.594	95.742
7	78	3	1.08	0.594	86.022
8	57	2	1.08	0.594	62.748



**PEMERINTAH PROVINSI DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA**  
**BADAN PENGELOLA LINGKUNGAN HIDUP DAERAH**  
**LABORATORIUM LINGKUNGAN HIDUP DAERAH**

Jl. Casablanca Kav. 1 Kuningan Telp. 5209651 - 5209653, Fax. 52960584, e-mail : lhddkjakarta@yahoo.com  
JAKARTA

Kode Pos : 12950

No. Akreditasi : LP - 126 - IDN

**LAPORAN HASIL UJI**

Nomor Contoh : 331 - 337 / LAB. 2 - AT/II/2012  
Contoh Dari : AMIRAH  
Alamat : Kampus UI Depok  
Tanggal Penerimaan Contoh : 28 Maret 2012  
Tanggal Pengujian : 28 Maret 2012 - 03 April 2012  
Jenis Contoh : Air Sumur  
Tipe Lokasi : Air Sumur Titik 0; 5; 15; 30; 50; 75; 100

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji							Metoda
			331	332	333	334	335	336	337	
1	Ammonia	mg/L	23.05	0.18	0.03	0.07	0.01	0.52	0.13	SNI 06-6989.30.2005
2	Phosfat	mg/L	0.01	0.01	0.004	0.18	0.004	0.004	0.004	SNI 06 - 6989.31 : 2005
3	pH		6.1	6.0	5.6	7.0	5.7	5.5	5.4	SNI 06-6986.11.2004
4	Nitrat	mg/L	3.53	3.58	3.52	2.01	3.32	0.35	2.81	Std. Met. 419 D/14/IV/1979

**Keterangan :**

331 = Sumur Titik 0  
332 = Sumur Titik 5  
333 = Sumur Titik 15  
334 = Sumur Titik 30  
335 = Sumur Titik 50  
336 = Sumur Titik 75  
337 = Sumur Titik 100

Parameter yang terdapat tebal telah diakreditasi oleh KAN

Jakarta, 4 April 2012

**KEPALA LABORATORIUM LINGKUNGAN HIDUP DAERAH**  
**BPLHD PROVINSI DKI JAKARTA**  
(Manajer Puncak)

Drs. JONI TAGOR H, MM  
NIP 195804111983091002

Halaman 1 dari 1

- Catatan: 1. Laporan hasil uji hanya berlaku dengan contoh yang diuji  
2. Laporan hasil uji tidak boleh digunakan kembali selanjutnya, tanpa persetujuan tertulis dari laboratorium

DPNS 10 5/30441, Rev 1, 01 Februari 2006



Pengaruh timbunan..., Amirah, FT UI, 2012  
Mari bersama memasyarakatkan penggunaan produk Industri Daur Ulang



PEMERINTAH PROVINSI DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA  
BADAN PENGELOLA LINGKUNGAN HIDUP DAERAH  
**LABORATORIUM LINGKUNGAN HIDUP DAERAH**

Jl. Casablanca Kav. 1 Kuningan Telp. 5209651 - 5209653, Fax. 52960584, e-mail : lhddkijakarta@yahoo.com  
JAKARTA

Kode Pos : 12950

No. Akreditasi : LP - 126 - IDN

LAPORAN HASIL UJI

Nomor Contoh : 412 - 416 / LAB. 2 - AT/IV/2012  
Contoh Dari : AMIRAH  
Alamat : Kampus UI Depok  
Tanggal Penerimaan Contoh : 18 April 2012  
Tanggal Pengujian : 18 April 2012 - 23 April 2012  
Jenis Contoh : Air Sumur  
Tipe Lokasi : Air Sumur Titik 0; 5; 15; 30; 50; 75; 100

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji							Metoda
			412	413	414	415	416	417	418	
1	Nitrit	mg/L	0.037	0.004	0.001	0.001	0.001	0.003	0.005	SNI 06-6969.9-2004
2	Organik (KMnO <sub>4</sub> )	mg/L	7.45	1.41	1.93	1.73	1.46	1.65	1.56	SNI 06-6969.22-2004

Keterangan :

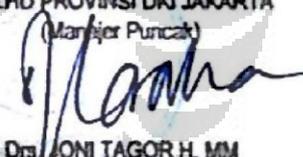
412 = Sumur Titik 0  
413 = Sumur Titik 5  
414 = Sumur Titik 15  
415 = Sumur Titik 30  
416 = Sumur Titik 50  
417 = Sumur Titik 75  
418 = Sumur Titik 100

Parameter yang beresetak telah telah dinormalisasi oleh KAN

Jakarta, 24 April 2012

KEPALA LABORATORIUM LINGKUNGAN HIDUP DAERAH  
BPLHD PROVINSI DKI JAKARTA

(Manajer Puncak)

  
Drs. JONI TAGOR H, MM  
NIP. 95804111983091002

Halaman 1 dari 1

- Catatan: 1. Laporan hasil uji hanya berlaku dengan contoh yang diuji  
2. Laporan hasil uji tidak boleh digunakan kembali selanjutnya, tanpa persetujuan tertulis dari laboratorium

DPS 19.5/SMM/LL; Rev 1; 01 Februari 2008

