



**ANALISIS PENCEMARAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA AIR SUMUR
GALI PENDUDUK DISEKITAR TPA AMBULU KABUPATEN JEMBER**
(Studi di Dusun Langon Lor Desa Ambulu Kecamatan Ambulu Kabupaten Jember)

SKRIPSI

Oleh

Mega Elang Putri
NIM 142110101076

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**ANALISIS PENCEMARAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA AIR SUMUR
GALI PENDUDUK DISEKITAR TPA AMBULU KABUPATEN JEMBER
(Studi di Dusun Langon Lor Desa Ambulu Kecamatan Ambulu Kabupaten Jember)**

SKRIPSI

**diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat dan
mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat**

**Mega Elang Putri
NIM 142110101076**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Ibu Mariyati dan Bapak Sulangkir yang telah memberikan limpahan kasih sayang, doa, serta dukungan dalam membantu menyelesaikan pendidikan TK sampai perguruan tinggi;
2. Kedua almarhum nenek dan kakek saya, Ibu Syamsiyah dan Bapak Mariyadi yang telah memberi doa dan dukungannya;
3. Seluruh keluarga dari Ibu Hj. Tampi dan Bapak Mariyadi yang telah membantu dan memberikan motivasi kepada penulis;
4. Almater tercinta Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Terjemahan Q.S Asy Syarh: 5-6)^{*}



^{*}Kementerian Agama Republik Indonesia. 2015. Al Qur'an dan Terjemahanya. Bandung: PT Jabal

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mega Elang Putri

NIM : 142110101076

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul : *Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Sumur Gali Penduduk di Sekitar TPA Ambulu Kabupaten Jember* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun, serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 4 Agustus 2018
Yang Menyatakan,

Mega Elang Putri
142110101076

**ANALISIS PENCEMARAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA AIR SUMUR
GALI PENDUDUK DI SEKITAR TPA AMBULU KABUPATEN JEMBER
(Studi di Dusun Langon Lor Desa Ambulu Kecamatan Ambulu Kabupaten Jember)**

Oleh:

Mega Elang Putri

NIM. 142110101076

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Rahayu Sri Pujiati, S.KM., M.Kes

Dosen Pembimbing Anggota : Ellyke, S.KM., M.KL

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Sumur Gali Penduduk di Sekitar TPA Ambulu Kabupaten Jember (Studi di Dusun Langon Lor Desa Ambulu Kecamatan Ambulu Kabupaten Jember)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada:

Hari : Jum'at
Tanggal : 26 Oktober 2018
Tempat : Ruang Ujian Skripsi 1 Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Jember

Pembimbing Tanda Tangan

1. DPU : Rahayu Sri Pujiati, S.KM., M.Kes (.....)

NIP : 197708282003122001

2. DPA : Ellyke, S.KM., M. KL (.....)

NIP : 198104292006042002

Penguji

1. Ketua : Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes (.....)

NIP : 198111202005012001

2. Sekretaris : Dwi Martiana Wati, S.Si., M.Si (.....)

NIP : 198003132008122003

3. Anggota : Eka Agustina, S.T (.....)

NIP : 197908062006042024

Mengesahkan
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Jember

Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes
NIP. 19805162003122002

RINGKASAN

Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Sumur Gali Penduduk di Sekitar TPA Ambulu Kabupaten Jember (Studi di Desa Langon Lor Desa Ambulu Kecamatan Ambulu Kabupaten Jember); Mega Elang Putri; 142110101076; 2018; 157 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember.

Sampah padat yang tidak terkelola dengan baik dapat memberikan dampak salah satunya yaitu pencemaran lingkungan. Dampak yang ditimbulkan oleh sampah merupakan masalah kesehatan masyarakat yang dapat mempengaruhi derajat kesehatan manusia. Terdapat empat faktor yang mempengaruhi derajat kesehatan manusia diantaranya keturunan, pelayanan kesehatan, perilaku dan lingkungan (H.L Blum).

Berdasarkan studi pendahuluan di TPA Ambulu bahwa TPA menggunakan metode pengelolaan sampah *open dumping*. Pada jarak kurang dari 500 meter di sekitar TPA masih terdapat rumah penduduk dan sumber air yang digunakan untuk keperluan setiap hari. Pada jarak 500 meter merupakan lokasi yang rawan terhadap pencemaran air yang dampaknya dapat mempengaruhi kesehatan manusia yang berada disekitarnya. Salah satu bahan yang dapat menyebar ke lingkungan akibat adanya TPA adalah logam berat timbal yang berasal dari sumber sampah. Penyebaran timbal dipengaruhi oleh faktor geografis, hidrogeologi, topografi, musim, tekstur tanah, jarak lokasi pemukiman dan sumber air bersih.

Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional dengan rancangan *cross sectional*. Penelitian ini dilakukan di sumur gali milik warga sekitar TPA Ambulu. Jumlah sampel sebanyak 36 sumur menggunakan *simple random sampling*. Teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu observasi, wawancara, pengukuran, dokumentasi dan uji laboratorium. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kandungan logam timbal pada sumur gali disekitar

TPA Ambulu. Variabel bebas penelitian ini adalah jarak, tekstur tanah dan konstruksi sumur. Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua analisis yaitu analisis univariat dan analisis bivariat menggunakan uji *Spearman* untuk menganalisis hubungan jarak dan tekstur tanah dengan kandungan timbal serta menggunakan uji *chi-square* untuk menganalisis hubungan konstruksi sumur dengan kandungan timbal yang menggunakan taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pengelolaan sampah yang digunakan TPA Ambulu menggunakan *open dumping* dengan modifikasi pengurukan sampah dengan tanah. Pada jarak < 500 meter banyak ditemukan pemukiman dan sumur gali milik warga sebagai sumber air sehingga tergolong tidak memenuhi persyaratan. Jenis tanah pada TPA Ambulu menunjukkan bahwa pada bagian utara, timur dan selatan mengandung tanah pasir. Mayoritas konstruksi sumur gali sebesar 83,33% di sekitar TPA Ambulu umumnya tidak memenuhi persyaratan sanitasi. Kandungan timbal yang terdapat pada air sumur gali di sekitar TPA Ambulu dari 36 sampel sumur, seluruhnya masih memenuhi persyaratan yaitu kurang dari 0,05 ppm (Permenkes No. 32 tahun 2017). Hasil analisis bivariat dengan menggunakan uji *Spearman* menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara jarak dengan kadar timbal pada air sumur gali penduduk disekitar TPA Ambulu ($p=0,035$) semakin dekat dengan sumber pencemar maka akan semakin tinggi berpotensi menyebabkan pencemaran. Tidak ada hubungan antara tekstur tanah dengan kadar timbal pada air sumur gali di sekitar TPA Ambulu ($p=0,322$), dan menggunakan uji *Chi-square* menunjukkan tidak ada hubungan antara konstruksi sumur dengan kadar timbal pada air sumur gali di sekitar TPA Ambulu ($p=0,085$). Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian adalah masyarakat dapat menerapkan adsorben untuk menggunakan arang aktif mengurangi kandungan timbal pada air sumur dan masyarakat dapat mengupayakan memperbaiki konstruksi sumur gali yang aman sesuai persyaratan sanitasi untuk meminimalisir masuknya bahan pencemar baik fisik, kimia dan biologi.

SUMMARY

Analysis of Heavy Metal Lead Pollution (Pb) in the Groundwater around the Ambulu Landfill in Jember Regency (Study in Langon Lor Village, Ambulu Village, Ambulu District, Jember District); Mega Elang Putri; 142110101076; 2018; 157 pages; Departement of Environmental Health and Occupational Health Safety, Faculty of Public Health, University of Jember.

Solid waste that is not well managed can have an impact, one of which is environmental pollution. The impact of this waste is a public health problem that can affect human health. There are four factors that affect the degree of human health including heredity, health services, behavior and the environment.

Based on a preliminary study at Ambulu TPA, TPA uses an open dumping waste management method. Around area at a distance of less than 500 meter, there are houses which have sources used for daily needs. This distance, 500 meters is a location that is prone to water pollution which has impact can affect human health around it. One of the materials that can spread to the environment due to the presence of landfill is heavy metal lead from waste sources. The spread of lead is influenced by geographical factors, hydrogeology, topography, season, soil texture, distance of settlement location and source of clean water.

This research was an observational analytic research that used cross sectional design. This research was conducted in wells owned by residents around TPA Ambulu. The samples were 36 wells which used simple random sampling. The data collection techniques of used were observation, interview, measurement, documentation and laboratory test. The dependent variable in this study is the metal content of lead in the wells around the Ambulu landfill. The independent variables of this study are distance, soil texture and well construction. Primary data in this study were obtained through measurement, observation, interviews and laboratory tests. The data were analyzed by using two analysis, univariate and bivariate analysis that used Spearman and Chi-square test with 95% ($\alpha = 0,05$).

The results showed that the waste management system used by Ambulu TPA used open dumping by modifying waste backfill with soil. At a distance of <

500 meters, there are many settlements and dug wells belonging to the residents as water sources so that they were classified not to fulfill the requirement. The soil texture around the Ambulu landfill on north, east and south side contains sand soil. The majority condition construction of dug wells around the Ambulu landfill is 83.33% it generally does not fulfill sanitation requirements. The lead content finds in dug well water around Ambulu landfill from 36 well samples, all of which still fulfill the requirements, is less than 0.05 ppm (Permenkes No. 32 of 2017). The results of bivariate analysis using the Spearman test shows that there is a relation between the distance with lead levels in the dug well water around the Ambulu landfill ($p = 0.035$) the closer to pollutant source the higher the potential to cause pollution. There is no correlation between soil texture with lead levels in dug well water around Ambulu landfill ($p = 0.322$), and used Chi-square test there is no correlation between well construction with lead levels in dug well water around Ambulu landfill ($p = 0.085$). A suggestion that can be given based on the results of research is people can apply adsorbents to use activated charcoal to reduce lead content in well's water and the community can try to fix the construction of safe dug wells according to sanitary requirements to minimize pollutants both physical, chemical and biological.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Sumur Gali Penduduk di Sekitar TPA Ambulu Kabupaten Jember*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan Strata (S1) di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Dalam skripsi ini dijelaskan mengenai kajian terhadap pencemaran logam berat timbal (Pb) pada air sumur gali penduduk yang berada disekitar tempat pembuangan akhir sampah Ambulu. Setelah itu di lakukan analisis hubungan antara jarak sumur, tekstur tanah dan konstruksi sumur dengan kadar logam berat timbal (Pb) pada air sumur.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang turut berkontribusi dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih dan penghargaan saya sampaikan kepada yang terhormat :

1. Ibu Irma Prasetyowati S.KM., M.Kes selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Isa Ma'rufi S.KM., M. Kes selaku Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
3. Ibu Rahayu Sri Pujiati S.KM., M. Kes selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) dan Ibu Ellyke S.KM., M. KL selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang telah memberikan bimbingan, memberikan dukungan, saran dan pengarahan sehingga skripsi ini dapat disusun dan terselesaikan dengan baik;
4. Ibu Anita Dewi Moelyaningrum S.KM., M.Kes selaku Dosen Penguji Utama, Ibu Dwi Martiana Wati S.Si., M.Si selaku Dosen Sekretaris Penguji dan Ibu Eka Agustina, S.T anggota penguji yang telah memberikan bimbingan, memberikan dukungan, saran dan pengarahan sehingga skripsi ini dapat disusun dan terselesaikan dengan baik;

5. Ibu dr. Ragil Ismi Hartanti, M. Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan dukungan, motivasi, saran dan pengarahan mulai dari awal menjadi mahasiswa baru sampai semester akhir;
6. Bapak Abdul Hamid selaku koordinator lapangan TPA Ambulu Kabupaten Jember yang telah bersedia memberikan informasi dan memfasilitasi penelitian di TPA Ambulu;
7. Bapak Kasun, RT dan RW Dusun Langon Lor Desa Ambulu yang telah bersedia membantu serta memberikan informasi selama penelitian berlangsung;
8. Adikku Muhammad Firdaus Fitriyan Putra dan Alm. M. Romadhon dan Romadhoni yang selalu menjadi teman dan penghiburku setiap hari;
9. M. Yusuf Nurstyo Eko Purnomo yang telah membantu, menemani, memotivasi serta menghibur disetiap hari;
10. Bapak/Ibu Hj. Ponimin dan Mustoqiyah yang telah membantu, memotivasi serta membimbing mulai awal sejak menjadi mahasiswa baru di jember hingga sampai akhir semester;
11. Keluargaku tercinta Malove C.SKM Nopelia Herela, Ari arty, Wilda Faradila dan Mya Sakti yang telah membantu, mendukung dan memotivasi serta menemani selama perkuliahan di kampus dan penyusunan skripsi;
12. Keluarga PBL 12, Magang Squad, Kos Kalimantan 2 dan teman-teman FKM 2014 yang telah membantu, mendukung, memvotivasi sehingga dapat terselesaikannya skripsi;

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna. Oleh karena itu, demi memperbaiki kekurangan penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tulisan dan perkembangan ilmu pengetahuan. Atas perhatian dan dukungannya penulis mengucapkan terima kasih.

Jember, 4 Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Sampul	i
Halaman Judul	ii
Halaman Persembahan	iii
Halaman Motto	iv
Halaman Pernyataan	v
Halaman Pembimbingan	vi
Halaman Pengesahan	vii
Ringkasan	viii
<i>Summary</i>	x
Prakata	xii
Daftar Isi	xiv
Daftar Tabel	xviii
Daftar Gambar	xix
Daftar Lampiran	xx
Daftar Singkatan	xxi
Daftar Notasi	xxii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan	6
1.3.1 Tujuan umum	6
1.3.2 Tujuan Khusus	7
1.4 Manfaat	7
1.4.1 Manfaat Teoritis	7
1.4.2 Manfaat Praktis	7
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Sampah	9
2.1.1 Definisi Sampah.....	9

2.1.2	Jenis Sampah.....	9
2.1.3	Sumber Sampah	12
2.2	Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).....	13
2.2.1	Definisi TPA	13
2.2.2	Persyaratan TPA	13
2.2.3	Teknik Operasional Pengelolaan Sampah.....	14
2.3	TPA Ambulu	19
2.3.1	Letak Geografis Wilayah TPA Ambulu.....	19
2.3.2	Profil TPA Ambulu.....	20
2.4	Pencemaran Air	21
2.4.1	Definisi Pencemaran Air.....	21
2.4.2	Sumber Pencemaran Air	21
2.4.3	Pola Pencemaran	22
2.4.4	Jarak Aman Resapan.....	23
2.5	Air Bersih.....	27
2.5.1	Syarat Air Bersih.....	27
2.5.2	Penyediaan Sumber Air Bersih	29
2.6	Logam Berat.....	30
2.7	Timbal (Pb).....	31
2.7.1	Karakteristik Timbal (Pb)	31
2.7.2	Sumber Kegunaan Timbal (Pb).....	31
2.7.3	Timbal (Pb) di Lingkungan.....	32
2.7.4	Sumber Cemar Timbal (Pb)	34
2.7.5	Efek Toksik Timbal (Pb)	35
2.7.6	Baku Mutu Timbal (Pb).....	38
2.8	Kerangka Teori	39
2.9	Kerangka Konsep	40
2.10	Hipotesis.....	41
BAB 3.	METODE PENELITIAN.....	42
3.1	Jenis Penelitian.....	42
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	42

3.2.1	Tempat Penelitian	42
3.2.2	Waktu Penelitian	42
3.3	Penentuan Populasi dan Sampel	43
3.3.1	Populasi Penelitian.....	43
3.3.2	Sampel Penelitian.....	43
3.3.3	Teknik Pengambilan Sampel Air Sumur Gali.....	44
3.3.4	Teknik Pengambilan Sampel Tekstur Tanah	45
3.4	Variabel dan Definisi Operasional	46
3.4.1	Variabel Penelitian	46
3.4.2	Definisi Operasional	47
3.5	Pengambilan Sampel Air.....	50
3.6	Data dan Sumber Data	52
3.7	Teknik dan Alat Perolehan Data.....	52
3.7.1	Observasi.....	52
3.7.2	Wawancara.....	53
3.7.3	Pengukuran.....	53
3.7.4	Uji Laboratorium.....	54
3.8	Teknik Pengolahan dan Analisis Data	54
3.8.1	Teknik Pengolahan Data	55
3.8.2	Analisis Data	56
3.9	Alur Penelitian	56
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	57
4.1	Hasil Penelitian	57
4.1.1	Pelaksanaan <i>Open Dumping</i> di TPA Ambulu.....	57
4.1.2	Jarak Sumur Gali di Sekitar TPA Ambulu.....	63
4.1.3	Tekstur Tanah di Sekitar TPA Ambulu	64
4.1.4	Konstruksi Sumur Gali di Sekitar TPA Ambulu	66
4.1.5	Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) di Sekitar TPA Ambulu.....	70

4.1.6 Hubungan Jarak, Tekstur Tanah, Konstruksi Sumur dengan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) di Sekitar TPA Ambulu.....	71
4.2 Pembahasan.....	74
4.2.1 Pelaksanaan <i>Open Dumping</i> di TPA Ambulu.....	74
4.2.2 Jarak Sumur Gali di Sekitar TPA Ambulu.....	76
4.2.3 Tekstur Tanah di Sekitar TPA Ambulu	77
4.2.4 Konstruksi Sumur Gali di Sekitar TPA Ambulu	79
4.2.5 Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) di Sekitar TPA Ambulu.....	80
4.2.6 Hubungan Jarak, Tekstur Tanah, Konstruksi Sumur dengan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) di Sekitar TPA Ambulu.....	82
BAB 5. PENUTUP.....	86
5.1 Kesimpulan.....	86
5.2 Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN.....	98

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kelas-Kelas Konduktivitas Hidrolik.....	26
Tabel 2.2 Persyaratan Air Minum.....	27
Tabel 2.3 Karakteristik Logam Timbal (Pb).....	31
Tabel 3.1 Perhitungan Sampel Pada Setiap Wilayah.....	44
Tabel 3.2 Definisi Operasional	47
Tabel 4.1 Shift Penerimaan Sampah di TPA Ambulu	58
Tabel 4.2 Distribusi Jarak Sumur Gali dari TPA Ambulu.....	63
Tabel 4.3 Jumlah Sampel pada Setiap Jarak	64
Tabel 4.4 Tekstur Tanah di Sekitar TPA Ambulu	65
Tabel 4.5 Konstruksi Sumur Gali di Sekitar TPA Ambulu	66
Tabel 4.6 Kualitas Konstruksi Sumur di Sekitar TPA Ambulu.....	69
Tabel 4.7 Kadar Logam Berat Timbal Pada Bagian Lokasi	70
Tabel 4.8 Kadar Logam Berat Timbal Setiap Radius	71
Tabel 4.9 Hubungan Jarak Sumur Gali dengan Kandungan Timbal	72
Tabel 4.10 Hubungan Tektur Tanah dengan Kandungan Timbal.....	73
Tabel 4.11 Hubungan Konstruksi Sumur dengan Kandungan Timbal	73

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Teknik Operasional Pengelolaan Sampah.....	14
Gambar 2.2 Pola Penyebaran Bahan Kimia.....	23
Gambar 2.3 Segitiga Tekstur Tanah.....	25
Gambar 2.4 Kerangka Teori.....	39
Gambar 2.5 Kerangka Konsep.....	40
Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel	45
Gambar 3.2 Denah Pengambilan Sampel Tanah.....	46
Gambar 3.3 Analisis Data Bivariat	55
Gambar 3.4 Alur Penelitian.....	56
Gambar 4.1 Prosedur Pengelolaan <i>Open Dumping</i> dengan Modifikasi Pengurukan Tanah.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Lembar Persetujuan	98
Lampiran 2. Lembar Observasi TPA	99
Lampiran 3. Lembar Wawancara Petugas TPA	101
Lampiran 4. Lembar Observasi Sumur	103
Lampiran 5. Rekap Hasil Penelitian.....	104
Lampiran 6. Hasil Analisis Data	106
Lampiran 7. Hasil Uji Timbal di Laboratorium BBLK Surabaya	110
Lampiran 8. Hasil Uji Tektur Tanah di Laboratorium Fakultas Teknik	111
Lampiran 9. Denah TPA Ambulu	123
Lampiran 9. Hasil Perhitungan Komposisi Sampah	124
Lampiran 10. Surat Perizinan.....	126
Lampiran 11. Dokumentasi.....	130

DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI

Daftar Singkatan

AAS	: <i>Atomic Absorption Spectrophometry</i>
APHA	: <i>American Public Health Association</i>
USDA	: <i>The United States Departement of Agriculture</i>
ATSDR	: <i>Agency for Toxic Substance and Disease Registry</i>
B3	: Bahan Berbahaya dan Beracun
BBLK	: Balai Besar Laboratorium Kesehatan
BOD	: <i>Biological Oxygen Demand</i>
Cd	: Kadmium
COD	: <i>Chemical Oxygen Demand</i>
DO	: <i>Dissolved Oxygen</i>
DLH	: Dinas Lingkungan Hidup
GPS	: <i>Global Positioning System</i>
Hg	: Merkuri
IKPLHD	: Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah
MCK	: Mandi Cuci Kakus
Pb	: Timbal
PPM	: Part Per Million
PVC	: <i>Polyvinyl Chloride</i>
SNI	: Standart Nasional Indonesia
TEL	: <i>Tetra Etil Lead</i>
TPA	: Tempat Pembuangan Akhir
UNEP	: <i>United Nations Environment Programme</i>
WIB	: Waktu Indonesia Barat
WHO	: <i>World Health Organization</i>

Daftar Notasi

$<$: Kurang dari
$>$: Lebih dari
\leq	: Kurang dari sama dengan
\geq	: Lebih dari sama dengan
$\%$: Persen
$=$: Sama dengan
$/$: Atau
$($: Kurung buka
$)$: Kurung Tutup
\pm	: Kurang Lebih
Ψ	: Tegangan air
hPa	: Hekto Pascal
D	: Diameter pori
μm	: Mikron Meter

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah lingkungan hidup merupakan hal yang sangat kompleks, salah satu masalah pada saat ini ialah masalah sampah. Sampah yang muncul disebabkan karena bertambahnya jumlah penduduk yang semakin meningkat sehingga meningkatkan jenis, volume dan karakteristik sampah yang semakin beragam (Azwar, 1979:52). Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat (Undang-Undang No. 8 Tahun 2012). Sampah padat yang tidak dikelola dengan baik dapat memberikan dampak seperti kebakaran, bencana banjir karena tersumbatnya saluran air, meningkatnya penyakit yang ditularkan oleh vektor dan pencemaran lingkungan (Sumantri, 2015:61).

Dampak yang ditimbulkan oleh sampah merupakan masalah kesehatan masyarakat yang dapat mempengaruhi derajat kesehatan manusia. Terdapat empat faktor yang mempengaruhi derajat kesehatan manusia diantaranya keturunan, pelayanan kesehatan, perilaku dan lingkungan (H.L Blum dalam Sumantri, 2015:5). Lingkungan memiliki peranan yang sangat penting dalam mempengaruhi derajat kesehatan manusia. Berdasarkan data WHO (2016) diperkirakan terdapat sebanyak 12,6 miliar orang meninggal dalam setiap tahunnya yang diakibatkan karena faktor lingkungan yang tidak sehat. Faktor risiko lingkungan yang berkontribusi terhadap lebih dari 100 penyakit dan luka-luka diantaranya polusi udara, air, tanah, paparan kimia, perubahan iklim dan radiasi sinar ultraviolet.

Menurut data Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (IKPLHD) di Jawa Timur pada tahun 2016, penduduk di Jawa Timur kurang peduli terhadap lingkungan disekitarnya. Penilaian ini dilihat dari perilaku masyarakat dalam aspek pengelolaan sampah yang masih membuang sampah tidak sesuai pada tempatnya. Penduduk Jawa Timur berkontribusi terhadap besarnya

timbulan sampah sebesar 17.394.879,2 kg/hari atau 6.349.130.908 ton/tahun dengan asumsi komposisi sampah anorganik 60% dan sampah organik 40%.

Kabupaten Jember termasuk salah satu kota yang terletak di Jawa timur yang juga menghasilkan banyak timbulan sampah dalam setiap harinya. Sampah yang dihasilkan rata-rata sebesar 3.287,51 m³/hari. Jenis sampah yang dihasilkan berupa sampah organik dan anorganik yang berasal dari lingkup rumah tangga, perindustrian, perdagangan, pertanian, perkantoran, kelembagaan dan dinas pasar (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember, 2017).

Jenis usaha untuk pengelolaan sampah yaitu dengan menampung sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). TPA merupakan tempat yang dilakukan untuk memroses sampah serta mengembalikan sampah ke media lingkungan (PP No. 81 tahun 2012). Di Kabupaten Jember terdapat 5 TPA untuk menampung sampah di berbagai wilayah diantaranya TPA Pakusari, Ambulu, Balung, Kencong dan Tanggul. TPA Ambulu merupakan salah satu TPA yang menghasilkan sampah sebanyak ±60-100 m³/hari dan memiliki luas sebesar 2 Ha (Kantor TPA Pakusari, 2017). TPA Ambulu berdiri pada tahun 1993 namun baru dioperasikan sejak tahun 1995. Lokasi TPA sampah berada di Dusun Langon Lor Desa Ambulu Kecamatan Ambulu Kabupaten Jember. Jenis sampah terdiri dari sampah organik dan sampah anorganik yang berasal dari daerah pelayanan pengangkutan sampah yaitu Kecamatan Ajung, Jenggawah, Ambulu, Wuluhan dan Pasar. Jumlah sampah yang masuk dalam TPA Ambulu setiap tahun diketahui semakin meningkat yaitu pada tahun 2014 sebanyak ±12.600,05 m³, tahun 2015 sebanyak ±14.708,91 m³, tahun 2016 sebanyak ±15.425,78 m³, tahun 2017 sampai bulan September sebanyak ±10.987,34 m³ (Kantor TPA Pakusari, 2017).

Berdasarkan studi pendahuluan di Dinas Lingkungan Hidup, TPA Ambulu menggunakan sistem pengelolaan sampah secara *open dumping*. Pembuangan sampah *open dumping* yaitu dengan membuang sampah secara terbuka di lokasi tertentu pada TPA (UNEP, 2005). Pembuangan secara *open dumping* yang dilakukan dengan membuang sampah di atas lahan terbuka dan pembakaran sampah dapat mencemari lingkungan tanah disekitarnya yang menghasilkan air lindi (*leachate*) (Bahar, 1986:16).

Masuknya air hujan ke dalam timbunan sampah akan menghanyutkan komponen-komponen sampah yang mudah larut (materi organik, materi-materi yang telah mengalami pelapukan atau dekomposisi secara biologis) keluar dari TPA dan menimbulkan pencemaran pada air tanah dan badan air sekitar TPA. Rembesan air yang disebut lindi atau *leachete* mengandung kotoran organik, nitrat, sulfat, klorida dan logam-logam berat dalam konsentrasi tinggi dan senyawa organik yang sangat berbahaya (Widyatmoko dan Moerdjoko S, 2002:72). Logam berat yang sering ditemukan dalam *leachete* yaitu arsen, besi, kadmium, kromium, merkuri, nikel, seng, tembaga, dan timbal (Marasmis *et al.*, 2006).

Kandungan logam berat yang terdapat dalam air lindi dapat meresap kedalam tanah melalui proses peresapan dan pengaliran, sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama pada air sumur yang letaknya dekat dengan TPA. Air lindi dapat mengandung patogen dan beberapa logam berat yang sangat beracun seperti timbal (Palar, 2004:62). Logam berat tersebut dapat berasal dari sumber pencemar yaitu TPA. Hal ini dibuktikan pada penelitian di TPA Pakusari Kabupaten Jember yang masih mengandung logam berat Pb, Cd, Hg cukup tinggi.

Hasil penelitian Nindyaningtyas pada tahun 2013 menyebutkan bahwa kandungan timbal pada air sumur monitoring TPA Pakusari rata-rata 0,152 ppm dengan batas maksimum 0,05 mg/l dan kandungan kolam lindi rata-rata sebesar 0,141 ppm dengan batas maksimum 0,1 mg/l. Hasil penelitian Moelyaningrum, A.D dan Pujiati, R.S pada tahun 2015 menyebutkan kandungan kadmium (Cd) pada kolam 1 kolam lindi sebesar 0,029 ppm, pada kolam 2 sebesar 0,044 ppm, pada kolam 3 sebesar 0,045 dengan batas maksimum 0,010 mg/l dan kandungan merkuri (Hg) pada kolam 2 sebesar 0,013 ppm, pada kolam 3 sebesar 0,021 ppm dengan batas maksimum 0,001 serta sumur monitoring seluruhnya sudah tercemar Cd namun tidak dengan Hg. Hasil penelitian Aditama (2017), menunjukkan kandungan timbal pada sumur gali penduduk sekitar TPA Pakusari sebanyak 26,9% melebihi baku mutu dan hasil penelitian Qadriyah (2018), menyatakan kandungan kadmium pada sumur gali disekitar TPA Pakusari sebanyak 80%

melebihi baku mutu lingkungan. Tingginya kadar timbal dan kadmium bersumber dari limbah anorganik, lumpur limbah, kompos limbah padat dan korosi struktur logam. Jika sampah tercampur dan semakin meningkat jumlahnya maka kandungan logam berat juga semakin tinggi, sehingga timbal akan terbawa dan terdekomposisi pada air lindi dan merembes mengikuti gerakan aliran air tanah.

Timbal merupakan logam berat yang sangat toksik terhadap manusia apabila masuk ke dalam tubuh sifatnya sangat beracun. Timbal bersifat kumulatif dengan toksisitas yang bersifat kronis dan akut. Toksisitas kronis sering terjadi pada pekerja tambang, pabrik pemurnian logam, proses pengecatan pada pabrik mobil, pembuatan baterai, percetakan, pelapisan logam. Toksisitas akut bisa terjadi jika Pb masuk dalam tubuh melalui makanan atau inhalasi dalam waktu yang relatif pendek dan kadar yang tinggi (ATSDR, 2007). Logam berat timbal memiliki sifat sebagai kalsium antagonism dan menghambat metabolisme kalsium sehingga, jika paparan Pb tinggi di lingkungan maka metabolisme kalsium pada proses remineralisasi gigi oleh kalsium dan fosfor pada saliva tidak dapat berlangsung optimal, demineralisasi akan terus berlangsung sehingga risiko karies gigi juga makin meningkat (Moelyaningrum, 2016). Selain itu, riwayat kerja dikaitkan dengan tingkat paparan Pb dalam darah yang menggambarkan pergerakan Pb dari tulang ke dalam darah. Jika ada tulang resorpsi, Pb dari tulang akan dilepaskan dalam darah dan Pb akan masuk ke dalam kondisi osteoporosis (Moelyaningrum, 2016).

Jenis bahan yang teridentifikasi mengandung timbal (Pb) diantaranya terdapat pada kertas kemasan dan non kemasan (kertas, koran dan majalah) yang sering digunakan untuk membungkus pangan, kemasan pangan plastik yang berwarna yang berasal dari residu monomer vinil klorida (unit penyusun PVC), tinta, saking, kabel dan alat listrik rumah tangga, cat, peralatan masak dan alat-alat masak yang berlapis glaze/keramik, keramik, pipa, makanan kaleng, mainan anak-anak, aki, pupuk pestisida pertanian, serta bahan bakar (Fardiaz S, 1992:63; Palar, 2004:82; Suherni, 2010; Alex S, 2012:12; Alsuhendra dan Ridawati, 2013:137).

Berdasarkan hasil pengukuran komposisi sampah (dalam %) di TPA Ambulu selama 8 hari berturut-turut mulai tanggal 10 – 17 Juli 2018 dihasilkan komposisi sampah jenis sampah organik sebesar 20,4% dan persentase komposisi jenis sampah anorganik diantaranya meliputi sampah kertas sebesar 12,8%, plastik sebesar 14,4%, logam sebesar 6,2%, aluminium 20,7%, kaca 5,1%, besi 10,2%, dan lain-lain berupa jenis sampah kayu, kain, pecahan keramik dan tembaga sebesar 9,2%. Sampah yang masuk ke TPA Ambulu banyak ditemukan jenis sampah anorganik yang berasal dari rumah tangga, perdagangan, perkantoran, kelembagaan, tempat wisata dan pasar.

Bahan kemasan plastik dan kaleng memiliki dampak negatif terhadap lingkungan karena bahan tersebut sulit dihancurkan dengan cepat. Bahaya kemasan pangan plastik karena komponen penyusunnya berasal dari residu *monomer vinil klorida* (unit penyusun PVC) yang bersifat karsinogenik. Logam berat sebagai stabilator panas dalam pembuatan PVC yaitu timbal selain itu, bahaya pada baterai dan tinta yang berasal dari kertas kemasan maupun non kemasan mengandung logam berat timbal. Berdasarkan hasil pengukuran komposisi sampah banyak ditemukan jenis sampah anorganik yang teridentifikasi mengandung timbal serta bahan-bahan tersebut dapat mencemari lingkungan disekitarnya karena bersifat *non biodegradable* (Jaringan Informasi Pangan dan Gizi, 2008).

Penyebaran timbal dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kondisi geografis, hidrologis, curah hujan, topografi tanah, jarak lokasi pemukiman dan sumber air bersih dengan sumber pencemar. Syarat pengoperasian TPA harus berjarak 500 meter dengan pemukiman. Penyebaran logam timbal dapat memberikan dampak paparan terhadap masyarakat disekitar TPA Ambulu. Hal ini dikarenakan pada jarak ≤ 500 meter terdapat 56 sumur yang dimanfaatkan oleh warga untuk kebutuhan sehari-hari seperti mandi, mencuci dan memasak. Menurut Soeparman dan Suparmin (2002) menyatakan bahwa jarak penyebaran bahan kimia ke dalam sumber air adalah minimal 95 meter. Selain jarak, faktor aliran air bawah tanah, tekstur tanah faktor konstruksi sumur dapat mempengaruhi penyebaran logam berat timbal. Konstruksi sumur yang baik akan

menghambat masuknya bahan pencemar, namun konstruksi sumur yang buruk akan memperparah tingkat pencemaran logam berat timbal pada air sumur (Chandra, 2006:46).

Berdasarkan studi pendahuluan bahwa TPA Ambulu tidak memiliki sumur monitoring untuk memantau kualitas air tanah dan tidak memiliki sarana fasilitas instalasi pengolahan lindi (IPL). Apabila hujan air lindi yang berasal dari TPA akan turun ke bawah yang mengarah ke pemukiman dan peternakan penduduk. Air lindi yang tersebar dilingkungan dapat mempengaruhi kualitas air tanah yang berada disekitar TPA karena karakteristik tekstur tanah sangat penting dalam membawa polutan ke dalam air sehingga dapat berpengaruh terhadap laju masuknya air lindi ke dalam air tanah. Hal tersebut dibuktikan dengan beberapa penelitian yang dilakukan di TPA Pakusari yang masih mengandung logam berat timbal cukup tinggi, melihat kondisi tersebut penulis tertarik untuk melihat paparan timbal pada TPA yang lain yaitu menganalisis pencemaran logam berat timbal (Pb) pada air sumur gali penduduk disekitar TPA Ambulu Kabupaten Jember.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini adalah “Bagaimana pencemaran logam berat timbal (Pb) terhadap kualitas air sumur gali penduduk disekitar TPA Ambulu Kabupaten Jember ?”

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan umum

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk menganalisis pencemaran logam berat timbal (Pb) pada air sumur gali penduduk disekitar TPA Ambulu Kabupaten Jember.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mendeskripsikan pelaksanaan *open dumping* di TPA Ambulu
- b. Mengukur jarak sumur gali dari TPA Ambulu
- c. Mengidentifikasi tekstur tanah di TPA Ambulu
- d. Mengidentifikasi konstruksi sumur gali disekitar TPA Ambulu
- e. Mengukur kadar timbal pada air sumur gali penduduk disekitar TPA Ambulu
- f. Menganalisis hubungan jarak, tekstur tanah, dan konstruksi sumur dengan kadar timbal pada air sumur gali penduduk di sekitar TPA Ambulu

1.4 Manfaat

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan pengembangan ilmu pengetahuan Kesehatan Masyarakat dan menambah pustaka di bidang kesehatan lingkungan terkait analisis pencemaran logam berat timbal (Pb) pada air sumur gali penduduk disekitar TPA Ambulu Kabupaten Jember.

1.4.2 Manfaat Praktis

a. Bagi Pemerintah

Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi, masukan ataupun tambahan bagi Pemerintah Kota Jember, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember serta petugas teknis TPA Ambulu dalam mengelola TPA secara tepat sehingga dapat mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan.

b. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini dapat memberikan pengetahuan serta informasi kepada masyarakat sekitar terkait lokasi dan jarak aman dalam penyediaan sumber air bersih terhadap cemaran kandungan logam berat timbal (Pb) di sekitar TPA Ambulu Kabupaten Jember.

c. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai rujukan pengetahuan di bidang kesehatan lingkungan. Selain itu dapat digunakan sebagai penelitian selanjutnya bagi peneliti lain



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

2.1.1 Definisi Sampah

Menurut UU Nomor 8 Tahun 2012, Sampah yaitu barang/sisa kegiatan sehari-hari dari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sedangkan menurut *American Public Health Association* (APHA) (dalam Sumantri, 2015:62) menyatakan sampah ialah sebagai sesuatu yang tidak digunakan, tidak terpakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang, yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya.

2.1.2 Jenis Sampah

Menurut Chandra, (2006: 111) terdapat berbagai jenis sampah padat yang terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

- a. Berdasarkan jenis zat kimia yang terkandung di dalamnya
 1. Sampah organik misalnya sisa sayur, buah, daun, dan lain-lain.
 2. Sampah anorganik misalnya abu, logam dan lain-lain.
- b. Berdasarkan dapat atau tidak dapat dibakar
 1. Sampah yang dapat mudah terbakar seperti kertas plastik, daun kering, kayu.
 2. Sampah yang tidak dapat mudah terbakar seperti kaleng, besi, gelas dan lain-lain.
- c. Berdasarkan mudah membusuk dan tidak mudah membusuk
 1. Sampah mudah membusuk misal sisa makanan, potongan daging, dan lain-lain.
 2. Sampah yang sulit membusuk misal plastik, karet, kaleng, lain-lain.
- d. Berdasarkan jenis ciri atau karakteristik sampah
 1. *Garbage* yaitu jenis sampah yang cepat membusuk dan terurai dengan cepat apabila situasi dalam cuaca panas. Proses pembusukan sering kali menimbulkan bau yang tidak sedap, menyengat dan

- busuk. Sampah *garbage* biasanya berasal dari tempat pemukiman, rumah makan, rumah sakit, pasar, dan sebagainya.
2. *Rubbis*, terbagi menjadi dua yaitu:
 - a) *Rubbish* yang mudah terbakar terdiri atas zat-zat organik seperti kertas, kayu karet, daun kering, dan sebagainya.
 - b) *Rubbish* yang tidak mudah terbakar terdiri atas zat-zat anorganik seperti kaca, kaleng, dan sebagainya.
 3. *Asbes* merupakan berasal dari industri berupa sisa pembakaran.
 4. *Street sweeping* yaitu sampah akibat aktivitas manusia atau mesin yang berasal dari trotoar ataupun jalan.
 5. *Dead animal* yaitu sampah berasal dari hewan yang mati atau kecelakaan seperti anjing, kucing, dan lain-lain.
 6. *House hold refuse* atau sampah campuran misalnya *garbage*, *asbes*, dan *rubbish* yang berasal dari perumahan.
 7. *Abandoned vehicle* yaitu sampah yang berasal dari sisa/bangkai kendaraan.
 8. *Demolition waste* sampah dari hasil sisa-sisa pembuangan gedung. Sedangkan *Constructions waste*, dari hasil sisa-sisa pembangunan gedung seperti tanah, batu, dan kayu.
 9. Sampah industri, berasal dari pertanian, perkebunan, dan industri.
 10. *Santage solid* misalnya berupa zat organik yang terdiri atas benda-benda solid atau kasar
 11. Sampah khusus yaitu yang perlu dilakukan penanganan khusus seperti zat radioaktif.

Menurut Undang-Undang Nomor 32 tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, bahwa terdapat jenis sampah yang sangat berbahaya yaitu limbah bahan beracun dan berbahaya (B3). Limbah B3 adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung B3 yang karena sifat dan/atau konsentrasinya dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup,

kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain.

Berdasarkan sumbernya, limbah B3 dibagi menjadi 3 jenis:

1. Limbah B3 dari sumber spesifik yaitu limbah B3 yang berasal dari sisa proses suatu industri atau kegiatan manusia.
2. Limbah B3 dari sumber tidak spesifik yaitu limbah yang berasal dari kegiatan pemeliharaan alat, pencucian, inhibitor korosi, pelarutan kerak, pengemasan, dll.
3. Limbah B3 dari bahan kimia kadaluarsa, tumpahan, sisa kemasan dan pembuangan produk yang tidak memenuhi spesifikasi.

Berdasarkan sifatnya, limbah B3 dapat diklasifikasikan menjadi:

1. Beracun
2. Mudah meledak
3. Mudah terbakar
4. Infeksius
5. Bersifat reaktif
6. Bersifat korosif
7. Limbah lain yang apabila diuji dengan metode toksikologi dapat diketahui termasuk jenis limbah B3

Pengendalian limbah B3 biasanya dilakukan beberapa aspek diantaranya :

1. Tahap pengumpulan yaitu limbah B3 diangkut ke tempat pengolahan maka limbah B3 dikumpulkan terlebih dahulu oleh badan usaha yang berkaitan dengan bidang tersebut atau penghasil limbah B3 itu sendiri
2. Pemasangan label atau tanda fungsinya untuk peringatan dan pencegahan yang esensial pada wadah untuk mengetahui bahan berbahaya beracun
3. Penyimpanan diutamakan bagi B3 yang bersifat bahan mudah meledak, bahan pengoksidasi, bahan yang dapat terbakar, bahan beracun dan bahan korosif
4. Pengangkutan B3 dapat dilaksanakan dengan cara menggunakan transportasi angkatan udara dengan tidak membawa bahan eksplosif dan bahan mudah terbakar, angkatan laut dengan memperhatikan pergerakan kapal dan perubahan suhu kelembapan udara serta menggunakan

transportasi angkutan darat seperti kereta dan mobil dengan memperhatikan jumlah maksimum yang boleh disimpan dalam wadah.

5. Pengolahan B3 dapat dilakukan dengan cara insenerator, pengolahan stabilisasi dan solidifikasi, pengolahan secara fisika dan kimia (Mukono, 2000:89).

3.1.3 Sumber Sampah

Menurut Chandra (2006:113), Sampah yang berada di dalam bumi dapat berasal dari beberapa sumber berikut :

- a. Pemukiman Penduduk

Sampah yang dihasilkan dari satu ataupun beberapa orang yang berada di keluarga yang tinggal pada satu rumah/bangunan yang terdapat di desa atau di kota. Jenis sampah pada pemukiman biasanya *garbage*, *rubbish*, abu, atau sampah sisa tumbuhan.

- b. Tempat umum dan tempat perdagangan

Tempat banyak orang melakukan kegiatan maupun berkumpul termasuk perdagangan disebut tempat umum. Pada tempat umum jenis sampah yang dihasilkan banyak berupa *garbage*, *rubbish*, sisa bahan bangunan, sampah khusus dan terkadang terdapat abu dan sampah berbahaya.

- c. Sarana layanan masyarakat milik pemerintah

Sarana layanan masyarakat diantaranya berupa jalan umum, layanan kesehatan seperti rumah sakit dan puskesmas, tempat umum dan hiburan, gedung pertemuan, kompleks militer, pantai, tempat parkir, dan lain-lain. Pada tempat tersebut biasanya menghasilkan jenis sampah kering dan sampah khusus.

- d. Industri berat dan ringan

Dalam industri yang dimaksud yaitu industri kimia, industri logam, industri kayu, tempat pengolahan air minum, serta kegiatan industri lainnya. Sampah yang dihasilkan berupa sampah kering ataupun basah, sampah khusus, sampah sisa bangunan dan sampah berbahaya.

e. Pertanian

Pertanian yang dimaksud seperti ladang, sawah, kebun. Sampah yang dihasilkan berasal dari hewan dan tanaman. Jenis sampah berupa sampah pertanian, pupuk, bahan pembasmi serangga tanaman dan bahan-bahan makanan yang telah membusuk.

2.2 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

2.2.1 Definisi TPA

Menurut Koiron *et al.*, (2014:31), TPA adalah tempat dimana dilakukan kegiatan untuk mengisolasi sampah sehingga aman bagi lingkungan. Sedangkan menurut PP No. 81 Tahun 2012 mengenai Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, TPA disebut tempat pemrosesan akhir yang menyatakan bahwa tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah adalah tempat yang dilakukan untuk memroses sampah serta mengembalikan sampah ke media lingkungan.

2.2.2 Persyaratan TPA

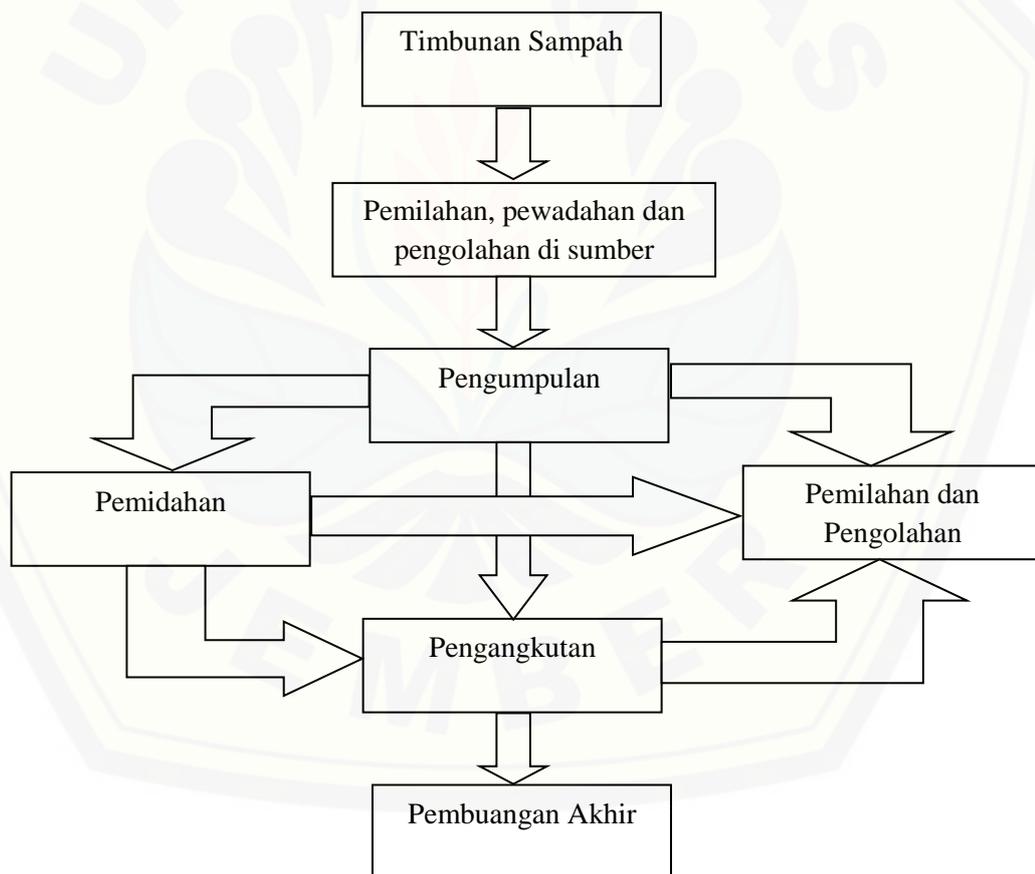
Untuk mengurangi dampak negatif yang diakibatkan oleh keberadaan TPA maka perlu dilakukan pemilihan lokasi yang sesuai dengan persyaratan. Berdasarkan SNI 3241.03:1997 Tahun 1997 tentang Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah, ketentuan pada pemilihan lokasi untuk TPA harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. TPA sampah tidak boleh berlokasi didanau, sungai atau laut
- b. Jarak TPA dari perumahan terdekat minimal 500 m
- c. Jarak TPA dari badan air minimal 100 m
- d. Jarak TPA dari airport minimal 1500 m (pada pesawat baling-baling) dan minimal 3000 m (pada pesawat jet)
- e. Tinggi muka air tanah minimal > 3 m
- f. Jenis tanah yaitu lempung dengan konduktivitas hidrolis $< 10^{-6}$ cm/detik
- g. Kondisi tanah harus tidak produktif

- h. Lingkungan sekitar harus bebas banjir periode 25 tahun minimal

2.2.3 Teknik Operasional Pengelolaan Sampah

Menurut Undang Undang Nomor 18 tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan yang terdiri dari kegiatan pewadahan sampai dengan pembuangan akhir sampah harus bersifat terpadu dengan melakukan pemilahan sejak dari sumbernya. Skema teknik operasional pengelolaan persampahan dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini:



Gambar 2.1 Diagram Teknik Operasional Pengelolaan Sampah (SNI 19-2454-2002)

a. Timbunan Sampah

Menurut SNI Nomor 19-2454-2002 timbunan sampah adalah banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat per kapita perhari, atau per luas bangunan, atau perpanjang jalan. Menurut Widyatmoko dan Sintorini (dalam Khoiron *et.al.*, 2014:28) dinegara maju perhitungan volume sampah dilakukan dengan cara menjumlahkan seluruh volume kendaraan seminggu penuh, dua kali dalam sebulan. Dalam kegiatan domestiknya, setiap orang memproduksi sejumlah sampah dengan volume 2-5 liter atau sekitar 1-3 kg per hari.

b. Pewadahan Sampah

Pewadahan sampah adalah aktivitas menampung sampah sementara dalam suatu wadah individual atau komunal ditempat sumber sampah. Pewadahan Individual adalah aktivitas penanganan penampungan sampah sementara dalam suatu wadah khusus untuk dan dari sampah individu, sedangkan pewadahan komunal adalah aktivitas penanganan penampungan sampah sementara dalam suatu wadah bersama baik dari berbagai sumber maupun sumber umum. Untuk persyaratan bahan wadah tidak mudah rusak dan kedap air, ekonomis, mudah diperoleh dan dibuat oleh masyarakat, dan mudah dikosongkan (Khoiron *et.al.*, 2014:28).

c. Pengumpulan Sampah

Menurut SNI Nomor 19-2454-2002 pengumpulan sampah adalah aktivitas penanganan yang tidak hanya mengumpulkan sampah dari wadah individual dan atau dari wadah komunal melainkan mengangkutnya ke terminal tertentu, baik dengan pengangkutan langsung maupun tidak langsung. Pengumpulan sampah terbagi menjadi 4, meliputi:

1. Pola pengumpulan individual langsung adalah kegiatan pengambilan sampah dari rumah-rumah sumber sampah dan diangkut langsung ke TPA tanpa melalui kegiatan pemindahan.
2. Pola pengumpulan individual tidak langsung adalah kegiatan pengambilan sampah dari masing-masing sumber sampah dibawa ke lokasi pemindahan untuk kemudian diangkut ke TPA.

3. Pola pengumpulan komunal langsung adalah kegiatan pengambilan sampah dari masing-masing titik komunal dan diangkut ke lokasi TPA.
4. Pola komunal tidak langsung adalah kegiatan pengambilan sampah dari masing-masing titik pewadahan komunal ke lokasi pemindahan untuk diangkut selanjutnya ke TPA (Khoiron *et.al.*, 2014:28).

d. Pemindahan Sampah

Pemindahan sampah adalah kegiatan memindahkan sampah hasil pengumpulan ke dalam alat pengangkut untuk dibawa ke TPA. Digunakan untuk pemindahan sampah adalah depo pemindahan sampah yang dilengkapi dengan container pengangkut, ram atau kantor. Pemindahan sampah yang telah terpilah dari sumbernya diusahakan jangan sampai sampah tersebut bercampur kembali (Khoiron *et.al.*, 2014:29).

e. Pengangkutan Sampah

Menurut SNI Nomor 19-2454-2002 pengangkutan sampah adalah kegiatan membawa sampah dari lokasi pemindahan atau langsung dari sumber sampah menuju ke TPA. Pengangkutan sampah yang ideal adalah dengan truk container tertentu yang dilengkapi alat pengepres, sehingga sampah dapat dipadatkan 2-4 kali lipat. Menurut Azwar (dalam Khoiron *et.al.*, 2014:30) tujuan pengangkutan sampah adalah menjauhkan sampah dari perkotaan ke TPA yang biasanya jauh dari kawasan perkotaan atau permukiman.

f. Pengolahan dan Pemilahan Sampah

Pengolahan sampah adalah suatu proses untuk mengurangi volume/sampah dan atau mengubah bentuk sampah menjadi yang bermanfaat, antara lain dengan cara pembakaran, pengomposan, pemadatan, penghancuran, pengeringan dan pendaurulangan. Sedangkan pemilahan sampah proses pemisahan sampah berdasarkan jenis sampah yang dilakukan sejak dari sumber sampah dengan pembuangan akhir. Pemilahan dilokasi pemindahan dapat dilakukan dengan cara manual oleh petugas kebersihan dan atau masyarakat yang berminat sebelum dipindahkan ke alat pengangkut sampah (Khoiron *et.al.*, 2014:30).

g. Pembuangan Akhir

Pembuangan akhir sampah adalah tempat dimana dilakukan kegiatan untuk mengisolasi sampah sehingga aman bagi lingkungan. Menurut Azwar (dalam Khoiron *et.al.*, 2014:31) sampah yang telah dikumpulkan selanjutnya perlu dibuang untuk dimusnahkan. Pembuangan sampah biasanya dilakukan di daerah tertentu sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu kesehatan manusia. Metode pembuangan akhir sampah kota dapat dilakukan dengan penimbunan terkendali termasuk pengolahan lindi dan gas, lahan urug saniter termasuk pengolahan lindi dan gas.

Pada kegiatan di tempat pemrosesan akhir (TPA) diperlukan usaha untuk mengelola sampah tujuannya agar sampah dapat terkendali dengan aman bagi lingkungan. Berikut terdapat beberapa metode pengelolaan sampah di TPA diantaranya sebagai berikut :

a. *Open Dumping*

Pembuangan sampah secara *open dumping* yaitu dengan cara membuang dan menumpuk sampah begitu saja di atas lahan terbuka, metode ini merupakan cara penanganan sampah yang sangat sederhana namun dapat menjadi perkembangbiakan hama tikus, insekta, mikroorganisme dan organisme lainnya, menimbulkan pencemaran air serta penurunan nilai estetika lingkungan. Dalam hal itu karena sampah hanya tertumpuk begitu saja dilakukan penanganan dan pengendalian yang tepat maka harus betul-betul jauh dari permukiman penduduk setempat. Tempat pemrosesan sampah yang dilakukan secara terbuka lebih baik dilakukan pada tempat yang rendah seperti lembah-lembah, hal tersebut air leachete yang merembes dari sampah tidak akan mengganggu sumber air penduduk yang berada disekitarnya. Apabila sampah pada tempat penumpukan sampah sudah mencapai $\pm 0,6$ meter maka harus segera ditumpuk dengan tanah dengan ketebalan 0,15 meter untuk mengurangi pencemaran lingkungan (Bahar Y, 1986:16).

b. *Controlled Landfill*

Menurut SNI 19-2454-2002, *controlled landfill* adalah sistem *open dumping* yang diperbaiki yang merupakan sistem pengendalian *open dumping* dan *sanitary landfill* yaitu dengan penutupan sampah dengan lapisan tanah dilakukan setelah TPA penuh yang dipadatkan atau setelah mencapai periode tertentu. Pada metode *controlled landfill* sampah dihamparkan pada lokasi cekungan dan permukaannya diratakan serta ditutupi tanah pada ketebalan tertentu yang dilakukan secara periodik.

Menurut *United Nations Environment Programme* (UNEP) tahun 2005, *controlled landfill* adalah tempat pembuangan akhir sampah non rekayasa yang penerapannya terdapat perbaikan dalam aspek operasional dan manajemen pada fasilitas atau persyaratan secara struktural. Metode *controlled landfill* dianjurkan untuk diterapkan di Indonesia baik di kota sedang dan kecil. Untuk bisa melaksanakan metode ini, diperlukan penyediaan beberapa fasilitas yaitu saluran drainase untuk mengendalikan air hujan, saluran pengumpul air lindi (*leachate*) dan instalasi pengolahannya, pos pengendalian operasional, fasilitas pengendalian gas metan dan alat berat.

Pemusnahan atau pembuangan limbah padat dengan sistem *controlled landfill* (penimbunan dengan tanah) dapat dilakukan untuk limbah padat yang tidak mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3). Namun, penanganan *controlled landfill* harus dilakukan dengan tepat karena apabila tidak dapat menyebabkan kontaminasi air dan kontaminasi tanah (Mulia, 2005:98). Limbah padat yang tidak dapat membusuk atau mengandung B3, penggunaan incinerator merupakan pilihan yang tepat. Sehingga dalam penerapan pemrosesan sampah *controlled landfill* dapat secara maksimal untuk melakukan pengontrolan terhadap keamanan sampah.

c. *Sanitary Landfill*

Kegiatan membuang sampah pada tempat pembuangan akhir sampah dilakukan dengan menimbun sampah ke dalam tanah dalam setiap harinya hingga periode tertentu dan dilengkapi dengan peralatan/fasilitas yang lengkap untuk

mengolah sampah yang dipergunakan sebagai energy disebut *Sanitary Landfill*. *Sanitary Landfill* adalah fasilitas pembuangan yang dirancang, dibangun dan dioperasikan dengan cara meminimalkan dampak terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan. Kegiatan pengelolaan dengan sistem *sanitary landfill* membutuhkan biaya yang cukup besar dan penanganan secara khusus dengan menyusun perencanaan metode lahan sampai manajemen pasca sampai penutupan terhadap pengendalian sampah (UNEP, 2005). *Sanitary landfill* adalah sistem pemusnahan yang paling baik, dalam metode ini pemusnahan sampah dilakukan dengan cara menimbun sampah dengan tanah yang dilakukan dengan cara menimbun sampah dengan tanah yang dilakukan selapis demi selapis sehingga sampah tidak berada di ruang terbuka dan tentunya tidak menimbulkan bau atau menjadi sarang binatang pengerat. *Sanitary landfill* yang baik harus memenuhi syarat terkait kesediaan tempat yang luas, tersedia tanah untuk menimbunnya, tersedia alat-alat besar (Sumantri, 2015: 72).

2.3 TPA Ambulu

2.3.1 Letak Geografis Wilayah TPA Ambulu

Secara geografis Dusun Langon Lor Desa Ambulu terletak di Kecamatan Ambulu Kabupaten Jember bagian selatan yang berjarak \pm 25 Km dari Kota. Desa Ambulu memiliki luas wilayah \pm 250 hektar. Lokasi TPA Ambulu terletak di Dusun Langon Lor Desa Ambulu. Mayoritas penduduk sekitar TPA Ambulu bekerja sebagai petani dan peternak ayam. Penggunaan lahan di TPA Ambulu berada di dataran tinggi yaitu disebelah Gunung Kuntol dengan kemiringan 30° dari bawah rumah penduduk. Jenis tanah yang berada di TPA yaitu jenis tanah pasir dan tanah lempung. Akses ketersediaan air yang digunakan masyarakat sekitar TPA Ambulu adalah air sumur gali yang digunakan sebagai sumber air bersih untuk makan dan minum, memasak serta mandi cuci kakus (MCK).

Berdasarkan letak TPA Ambulu, tentu pemerintah terutamanya Dinas Lingkungan Hidup sudah mengetahui kelebihan dan kekurangannya. Secara akses memudahkan masyarakat sekitar Ambulu dalam pembuangan sampah lebih dekat.

Untuk kekurangan dari pemilihan lokasi karena faktor letak TPA Ambulu terletak di dataran tinggi yaitu disebelah Gunung Kuntol yang apabila hujan air lindi dari TPA akan turun ke bawah dan menyebar kelingkungan sekitar selain itu, lokasi jarak TPA dengan rumah penduduk tidak sesuai persyaratan yang seharusnya TPA harus memiliki jarak > 500 m namun kondisi dilapangan menunjukkan ± 100 meter terdapat lokasi pemukiman dan sumber air. Kondisi tersebut tentu akan memberikan dampak terhadap lingkungan seperti bau, pencemaran air, serta polusi yang diakibatkan oleh truck yang setiap harinya melintas setiap hari menuju ke TPA.

2.3.2 Profil TPA Ambulu

TPA Ambulu berada dibawah tanggung jawab Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Jember. TPA Ambulu beridiri sejak tahun 1993 namun mulai beroperasi sebagai TPA pada tahun 1995 diatas lahan 2 Ha yang terletak di Desa Langon lor. Jumlah kavling yang tersedia di TPA Ambulu sejumlah 3 kavling semua dalam keadaan aktif. Untuk penunjang fasilitas yang tersedia dalam pengoperasian sampah sangatlah minim yang tersedia hanya, excavator untuk menggali tanah, memindahkan sampah ke dalam kavling, menguruk sampah dengan tanah dan tersedia kendaraan truck sampah serta gerobak sampah untuk mengangkut sampah pada setiap harinya ke TPA Ambulu. Kegiatan pengelolaan sampah di TPA Ambulu menggunakan metode *open dumping* dengan modifikasi pengurukan sampah dengan tanah. Kegiatan pengeloaan sampah dengan *open dumping* dilakukan setiap hari selama kurun waktu ± 5 bulan. Setelah ± 5 bulan akan dilakukan pengendalian dengan menguruk sampah dengan tanah pada kavling, kegiatan ini dilakukan untuk mengurangi pencemaran yang terjadi dan agar sampah tidak menyebar ke lokasi kavling yang telah disediakan. Semua sampah yang masuk ke dalam TPA Ambulu tidak dilakukan pemilahan jenis sampah sebelum masuk ke kavling sehingga sampah langsung tercampur baik organik dan anorganik.

2.4 Pencemaran Air

2.4.1 Definisi Pencemaran Air

Definisi pencemaran air mengacu pada UU Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Menurut PP Nomor 82 Tahun 2001 pasal 1 ayat 11 tentang Pengelolaan Kualitas air dan Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air diartikan sebagai kualitas air turun sampai ketinggian tertentu karena masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energy dan/atau komponen lain ke dalam air sehingga menyebabkan air tidak berfungsi sesuai peruntukannya.

2.4.2 Sumber Pencemaran Air

Menurut Mulia (2005:47), Sumber pencemar air sebagai penyebab gangguan kesehatan terdapat 4 sumber utama yang dapat digolongkan seperti di bawah ini :

a. Agen Infeksius

Mikroorganisme patogen merupakan bahan pencemar yang sering menyebabkan gangguan kesehatan manusia. Ekskreta manusia dan hewan termasuk sumber utama mikroorganisme patogen. Contoh mikroorganisme tersebut seperti bakteri, virus dan parasit.

b. Zat kimia organik

Dalam setiap harinya banyak industri kimia menggunakan zat kimia organik untuk membuat plastik, pestisida, produk farmasi dan produk lainnya. Sebagian besar zat kimia organik memiliki kandungan toksisitas yang tinggi/dalam jumlah besar. Zat kimia organik dapat memberikan dampak negatif pada kesehatan manusia apabila air permukaan dan air tanah yang dikonsumsi manusia terkontaminasi kimia organik. Limbah industri, rumah tangga dan pertanian merupakan sumber utama zat kimia organik yang berbahaya. Contoh zat kimia organik misalnya plastik, pestisida, minyak, detergen dan bensin.

c. Pencemar anorganik

Logam garam, asam dan basa termasuk bahan pencemar anorganik yang dapat masuk ke badan air sebagai akibat aktivitas manusia maupun melalui proses alam. Kegiatan yang bersumber dari air limbah industri, air limbah, bahan pembersih rumah tangga banyak mengandung jenis logam cadmium, merkuri, nikel dan timbal hal ini sangat membahayakan makhluk hidup apabila masuk ke dalam tubuh meskipun dalam jumlah konsentrasi yang relatif kecil.

d. Zat radioaktif

Aplikasi teknologi nuklir pada saat ini sudah banyak yang menggunakan zat radioaktif. Zat radioaktif sangat berbahaya apabila dilakukan pembuangan ke lingkungan mengingat sekarang banyak berbagai bidang yang memakai zat radioaktif, yang tidak menutup kemungkinan akan ikut terbang ke lingkungan air. Kegiatan pertambangan, pengolahan mineral alam, produksi senjata, pembangkit listrik, serta sumber alamiah seperti uranium, thorium, cesium, iodine, dan radon.

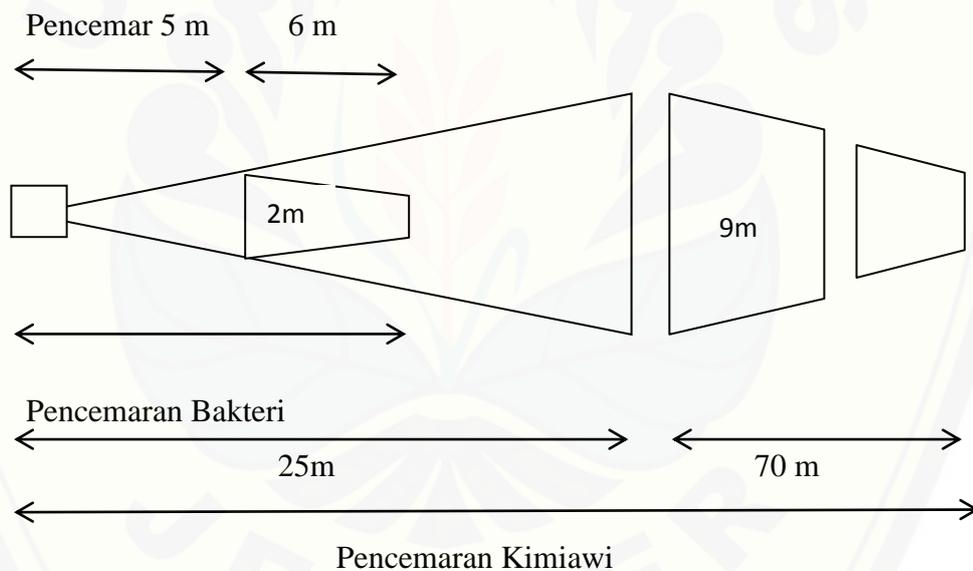
2.4.3 Pola Pencemaran

Pola pencemar sebagai medium untuk Bergeraknya zat-zat (misalnya zat pencemar) yang terlarut, fungsi air tanah sangat penting. Reaksi-reaksi antara zat pencemar dengan partikel tanah pada umumnya adalah reaksi antara zat dalam bentuk terlarut dalam air tanah (*soil solution*) dengan partikel tanah. Sebaliknya, tanah-tanah yang telah tercemar akan melepaskan zat pencemarnya, melalui mekanisme desorpsi maupun pelarutan kedalam air tanah tersebut yang selanjutnya akan bergerak bersama air tanah tersebut (Notoatmodjo, 2005).

Degradasi kualitas air tanah dan tanah sebagai mediumnya dapat terjadi karena berbagai hal. Perkolasi dari efluen tangki septik, rembesan aliran air permukaan yang telah tercemar, tempat pemrosesan akhir sampah ataupun tumpahan dari zat pencemar yang tidak disengaja, merupakan penyebab yang sering dijumpai. Pada aliran jenuh, semua ruang pori terisi penuh oleh air, air

tersebut bergerak dengan cepat melalui pori yang lebih besar. Potensi gravitasi merupakan gaya utama yang besar yang mengakibatkan aliran. Aliran jenuh selalu berada dalam tanah yang jenuh dan semua pori terisi penuh air. Air lindi akan bergerak dari tekanan tinggi menuju ke tekanan rendah. Pergerakan air tanah tersebut dipengaruhi oleh tekstur tanah, partikel tanah, dll. (Notodarmojo, 2005).

Pola pencemaran yang ada di dalam tanah yang disebabkan oleh cairan lindi dapat digambarkan sebagai berikut (gambar 2.1). Pencemaran yang diakibatkan oleh kandungan bahan kimia dapat mencapai jarak sejauh 95 meter. Dengan demikian, sumber air yang ada di masyarakat sebaiknya harus berjarak lebih besar dari 95 meter dari tempat pembuangan bahan kimia (Asmadi dan Suharno, 2012). Gambar 2.2 merupakan pola penyebaran bahan kimia didalam tanah.



Gambar 2.2 Pola Penyebaran Bahan Kimia di dalam Tanah

2.4.4 Jarak Aman Resapan

Menurut Kusnopotranto (dalam Nindhianingtyas, 2013:20), untuk menentukan jarak resapan yang aman terhadap sumber air perlu diperhatikan beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut erat kaitannya dengan kecepatan aliran air

tanah. Beberapa faktor yang menentukan jarak aman resapan tersebut adalah : curah hujan, kondisi geografis, hidrogeologi dan topografi tanah.

a. Curah Hujan

Curah hujan adalah endapan/ deposit air, dalam bentuk cair maupun padat yang berasal dari atmosfer. Dinyatakan dalam satuan milimeter (mm) (Prawirowardoyo dalam Nindhianingtyas, 2013:20). Curah hujan berpengaruh pada kecepatan gerakan air tanah, hal ini dapat berpengaruh pada kecepatan pencemaran air dari resapan limbah terhadap sumber air bersih. Pada kondisi tempat yang sama, daerah-daerah dengan curah hujan tinggi jaraknya harus lebih jauh dibandingkan dengan daerah-daerah dengan curah hujan yang rendah. Sehingga jarak antara sumber air harus lebih jauh dari tempat pencemar untuk mengurangi risiko masuknya bahan pencemar kedalam sumber air akibat dari penyerapan air tanah.

b. Kondisi geografis

Kondisi geografis permukaan air tanah pada daerah dataran tinggi memiliki kualitas air yang lebih baik dibandingkan dengan daerah didataran rendah.

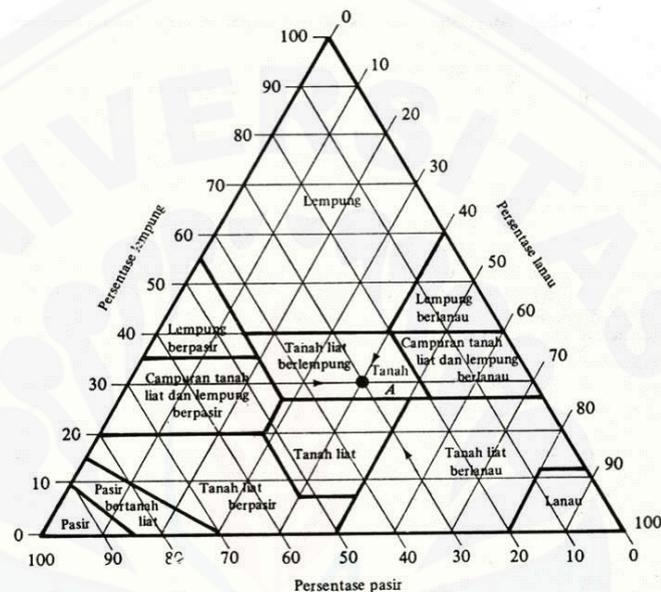
c. Hidrogeologi

Faktor hidrogeologi yang berpengaruh terhadap jarak resapan bahan pencemar adalah : distribusi pori tanah, konduktivitas hidrolik tanah, arah dan kecepatan aliran air tanah dan kedalaman air tanah dimana akan dibuat sumur.

1) Distribusi Pori

Menurut Braja (1998:64) kemampuan tanah dalam menahan air tergantung pada struktur tanah, sifat porositas (dipengaruhi oleh distribusi pori) dan konduktivitas hidraulik. Ketiga faktor tersebut sangat tergantung pada tekstur tanah. Tekstur tanah merupakan proporsi relatif dari bentuk partikel pasir, debu dan tanah liat dari sampel tanah. Menurut Badan Pertahanan Nasional, tekstur tanah adalah keadaan tingkat kehalusan tanah yang terjadi karena terdapatnya perbedaan komposisi kandungan fraksi pasir, debu dan liat yang terkandung pada tanah. Ukuran partikel (fraksi) dari tiap partikel berbeda-beda, lempung mempunyai fraksi $< 0,002$ mm,

debu berkisar antara 0,002-0,05 mm, pasir sebesar 0,05 mm, dan kerikil sebesar 2,0 mm (Penggolongan berdasarkan USDA). Penentuan tekstur tanah dapat dilihat dalam segitiga tekstur. Segitiga tekstur merupakan suatu diagram untuk menentukan kelas-kelas tekstur tanah. Terdapat 12 kelas tekstur tanah yang dibedakan oleh jumlah persentase ketiga fraksi tanah tersebut, yaitu :



Gambar 2.3 Segitiga Tekstur Tanah

Jumlah air yang mampu ditahan oleh tanah pada setiap tekstur tanah berbeda-beda, dipengaruhi oleh besarnya porositas, yaitu persentase volume kosong (dapat ditempati udara dan air) tiap pori atau celah yang terdapat pada butir-butir tanah. Besarnya porositas tergantung pada jumlah, ukuran, dan kerapatan pori tanah. Hal ini akan berpengaruh pada besarnya tingkat permeabilitas tanah.

Menurut Tan (dalam Nindhianingtyas, 2013:22) jumlah ruang pori ditentukan oleh susunan partikel dalam tanah. Pembagian pori tanah didasarkan pada besarnya tegangan air (ψ), dinyatakan dalam satuan Hekto Pascal (hPa) dan ukuran diameter pori (D), dinyatakan dalam satuan mikron meter (μm). Terdapat 3 jenis pori penyusun tanah yaitu pori makro ($\psi < 60$ hPa, $D < 10 \mu\text{m}$), pori meso ($\psi = 60-15000$ hPa, $D = 10-1000 \mu\text{m}$), dan

pori mikro ($\psi > 15000$ hPa, $D > 1000$ μm). sebaran dari ketiga jenis pori inilah yang disebut dengan distribusi pori. Perbedaan proporsi jumlah pori makro, meso dan mikro dalam tanah akan membedakan jumlah total pori pada berbagai tekstur tanah. Tanah bertekstur kasar (pasir) memiliki total ruang pori antara 35-50%, sedangkan tanah dengan tekstur halus (lempung dan debu) memiliki total ruang pori sebesar 40-60%.

2) Konduktivitas Hidraulik Tanah

Konduktivitas hidraulik tanah merupakan kecepatan air dalam menempuh jarak tertentu matrik tanah. Menurut Foth (dalam Nindhianingtyas, 2013:23), konduktivitas hidraulik merupakan permeabilitas tanah untuk air. Permeabilitas merupakan kemudahan cairan, gas, dan akar menembus tanah. Untuk kelas-kelas konduktivitas hidraulik dapat dilihat dalam Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Kelas-Kelas Konduktivitas Hidraulik

Kelas	Konduktivitas Jenis		
	$\mu\text{m}/\text{menit}$	cm/jam	cm/hari
Sangat Tinggi	100	36	864
Tinggi	10-100	3,6-36	86,4-864
Sedang	1-10	0,36-3,6	8,64-86,4
Agak Rendah	0,1-1	0,036-0,36	0,864-8,64
Rendah	0,01-0,1	0,0036-0,036	0,0864-0,864
Sangat Reandah	<0,01	<0,0036	<0,0864

$1 \mu = 10^{-6} \text{ m}$. $\mu \text{ m}/\text{menit}$ dikalikan 0,36 cm/jam

Sumber: modifikasi dari Foth (1998)

3) Arah dari Kecepatan Aliran Air Tanah

Menurut Soeparman, *et.al* (2001) jarak perpindahan maksimum dari bahan pencemar dan arah perpindahan selalu searah dengan arah aliran air tanah. Dalam penempatan sumur, harus diingat bahwa air yang berada dalam lingkaran pengaruh sumur akan mengalir menuju sumur itu. Tidak

boleh ada bagian daerah kontaminasi kimiawi ataupun bakteriologis yang berada dalam jarak jangkauan lingkaran pengaruh sumur.

- d. Topografi tanah merupakan kondisi permukaan air tanah serta seberapa besar kemiringan sehingga mempengaruhi besar pengaliran.

2.5 Air Bersih

2.5.1 Syarat Air Bersih

Menurut Azwar, 1995 (dalam Khoiron *et al.*, 2014:16) Syarat air minum harus memenuhi persyaratan umum sebagai berikut:

- a. Syarat Fisik

Air yang digunakan untuk konsumsi sebaiknya memenuhi persyaratan fisik yaitu tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa dan jernih serta suhu dibawah suhu udara.

Tabel 2.2 Persyaratan Air Minum

No.	Indikator	Kadar (bilangan) yang disyaratkan	Kadar (bilangan) yang tidak boleh dilampaui
1.	Keasaman sebagai PK	7,0-8,5	< 6,5 dan > 9,5
2.	Bahan-bahan padat	Tidak melebihi 50 mg/l	Tidak melebihi 1.500 mg/l
3.	Warna (skala Pt CO)	Tidak melebihi kesatuan	Tidak 50 kesatuan
4.	Rasa	Tidak mengganggu	-
5.	Bau	Tidak mengganggu	-

Sumber : Azwar, A. 1995

- b. Syarat Kimia

Menurut Kusnaedi (dalam Khoiron *et al.*, 2014: 17) Syarat kimia agar kualitas air tergolong dalam kategori baik, maka harus terpenuhi persyaratan kimia sebagai berikut :

1. Derajat keasaman (pH) netral

Pada kondisi derajat keasaman keadaan air harus netral artinya pH tidak lebih dan kurang dari 7 (>7 bersifat asam dan <7 bersifat basa). Apabila air memiliki pH tinggi akan berasa pahit dan sebaliknya apabila pH rendah akan berasa asam.

2. Tidak mengandung bahan kimia beracun

Dalam kondisi yang baik untuk digunakan atau layak konsumsi maka harus bebas dari bahan kontaminasi kimia yang sifatnya beracun seperti fenolik dan sianida sulfide.

3. Tidak mengandung garam atau ion-ion logam

Air yang dikonsumsi harus memiliki kualitas yang baik tidak boleh mengandung garam atau ion logam seperti Ca, K, Hg, Zn, Mn, Cr, Fe, Mg dan lain-lain.

4. Keasidahan rendah

Jenis garam yang larut didalam air seperti garam Ca, Mg memiliki hubungan pada rendahnya keasidahan air.

5. Tidak mengandung bahan organik

Bahan-bahan organik seperti NH_4 , H_2S , SO_4^{2-} dan NO_3 dapat terurai kembali menjadi zat yang berbahaya.

c. Syarat Bakteriologis

Menurut Kunaedi, 2002 (dalam Khoiron *et al.*, 2014:17) Persyaratan bakteriologis harus terpenuhi oleh air sebagai berikut:

1. Pada air harus bebas mengandung bakteri patogen, misalnya bakteri golongan *Salmonella typhi*, *Escheria coli*, *Vibrio cholera*, dan lain-lain dikarenakan bakteri tersebut mudah tersebar melalui air.
2. Pada air tidak terdapat bakteri non-patogen, misalnya *Actinomycetes*, *Phytoplankton coliform*, *cladocera* dan lain-lain.

Menurut Chandra (2006:40), Air yang dikonsumsi harus sesuai dalam peruntukannya yaitu bersih dan aman. Berikut batasan-batasan sumber air yang bersih dan aman tersebut, antara lain:

- a. Tidak terdapat bibit penyakit dan kontaminan kuman
- b. Tidak mengandung substansi kimia beracun dan berbahaya
- c. Tidak berbau dan berasa
- d. Dapat dipergunakan untuk kebutuhan domestik dan rumah tangga

- e. Memenuhi standar minimal yang ditentukan oleh Departemen Kesehatan RI atau WHO.

Air tidak dapat dikonsumsi apabila air terkontaminasi/tercemar, dinyatakan tercemar apabila diketahui terdapat parasit, bahan-bahan kimia yang berbahaya, mengandung bibit penyakit dan sampah atau limbah industri.

2.5.2 Penyediaan Sumber Air Bersih

Sumber air dialam terdiri dari beberapa macam diantaranya adalah air hujan, air permukaan dan air tanah (Chandra, 2006:44). Air permukaan meliputi sungai, danau, telaga, waduk, rawa dan sumur permukaan sedangkan air tanah meliputi air di dalam tanah yang sudah mengalami proses perkolasi dan filtrasi oleh tanah. Menurut Chandra (2006:44), beberapa persyaratan yang harus diperhatikan dalam membuat sumur agar sesuai dengan syarat sanitasi untuk penyediaan air bersih harus memperhatikan diantaranya sebagai berikut :

- a. Lokasi sumur harus berjarak minimal 15 meter dan harus lebih tinggi dari sumber pencemar seperti kakus, kandang ternak, tempat sampah dan sebagainya.
- b. Dinding sumur harus dilapisi dengan batu yang disemen minimal sedalam 6 meter dari muka tanah.
- c. Dinding parapet merupakan pembatas antara mulut sumur dengan muka tanah, harus dibatasi dinding setinggi minimal 70 cm dari muka tanah.
- d. Lantai kaki lima dibuat mengelilingi sumur dengan jarak dari mulut sumur sekitar 1 meter, berbahan semen dan kemiringan sekitar 10 derajat agar air dapat mengalir ke drainase.
- e. Drainase merupakan saluran pembuangan sisa air yang tidak digunakan sehingga tidak menggenang disekitar sumur.
- f. Tutup sumur dapat terbuat dari batu dan semen atau berbahan lain untuk mencegah masuknya kontaminasi secara langsung.
- g. Menggunakan pompa tangan/listrik karena timba dapat memperbesar kemungkinan adanya kontaminasi.

- h. Tanggung jawab pengguna sumur haus dijaga untuk mencegah masuknya kontaminan ke dalam sumur.
- i. Kualitas air dapat dilakukan dengan pengujian secara fisik, kimia, biologis secara rutin agar secara berkala dapat terpantau tingkat kualitas air.

2.6 Logam Berat

Logam berat masih termasuk jenis logam yang memiliki kesamaan dengan logam berat yang lain berdasarkan golongan dan kriteria-kriteria. Perbedaannya hanya terletak apabila logam berat ini berikatan atau masuk ke dalam tubuh organisme terhadap pengaruh yang ditimbulkan (Palar, 2004:23). Penggunaan dan pemakaian bahan baku logam dapat memberikan dampak yang negatif seperti munculnya pencemaran dikarenakan banyaknya pembangunan perindustrian yang banyak memakai bahan baku logam yang melebihi batas sehingga dapat mempengaruhi kualitas lingkungan disekitarnya. Hal tersebut dikarenakan logam berat memiliki efek yang besar karena sifatnya yang sangat toksik dalam dosis atau konsentrasi tertentu (Widowati *et al.*, 2008:2). Logam berat terbagi menjadi dua jenis diantaranya:

- a. Logam berat esensial misalnya Zn, Cu, Fe, Co, Mn. Logam-logam tersebut dalam jumlah tertentu yang sangat dibutuhkan oleh organisme namun, dalam jumlah dan dosis yang berlebihan logam tersebut bisa menimbulkan efek toksik
- b. Logam berat tidak esensial misalnya Hg, Cd, Pb dan Cr. Logam-logam ini keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya bahkan memiliki sifat yang sangat toksik.

Efek toksik logam berat dapat menghalangi kerja enzim yang mengganggu proses metabolisme dalam tubuh, menyebabkan alergi yang bersifat teratogen, mutagen ataupun karsinogen bagi makhluk hidup utamanya pada manusia. Hal tersebut dapat terjadi ketika logam berat terpapar dan masuk ke dalam tubuh sesuai besarnya dosis paparan dan tergantung pada bagian mana logam berat

tersebut terikat dalam tubuh. Tingkat toksisitas logam berat terhadap hewan air, mulai dari yang paling toksik adalah Hg, Cd, Zn, Pb, Cr, Ni dan Co. Sedangkan tingkat toksisitas terhadap manusia yang paling toksik Pb, Hg, Cd, Ag, Ni, Pb, As, Cr, Sn, Zn (Widowati *et al.*, 2008:2)

2.7 Timbal (Pb)

2.7.1 Karakteristik Timbal (Pb)

Penyebaran timbal di bumi sangat sedikit. Jumlah timbal yang terdapat diseluruh lapisan bumi hanyalah 0,0002% dari jumlah seluruh kerak bumi (Palar, 1994:74). Timbal di dalam air bersih secara umum terdapat sekitar 1-10 µg/liter, tanah mengandung 2-200 ppm dan dilaut terkandung sekitar 0,02-004 µg/liter, Timbal menyebar ke lingkungan (tanah dan air) berjarak minimal 95 meter dari pusat sumber pencemar (Mukono, 2010:220).

Tabel 2.3 Karakteristik Logam Timbal (Pb)

Sifat	Keterangan
Warna	Putih kebiruan
Bentuk	Lunak
Nama, lambang, nomor atom	Timbal, Pb, 82
Massa atom	207,2 g/mol
Konfigurasi electron	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6 p ²
Fase	Padat
Massa jenis	11,34 g/cm ³
Titik lebur	600,61 K
Titik didih	2022 K
Bilangan oksidasi	2,4
Elektronegativitas	2,33
Jari-jari atom	180 pm

Sumber : Ridhowati, 2013:5

2.7.2 Sumber Kegunaan Timbal (Pb)

Melalui proses geologi, Pb terkonsentrasi dalam deposit bijih logam. Pada umumnya Pb berasosiasi dengan Zn, Cu, dan As. Bijih logam yang pada mulanya diperoleh dari hasil penambangan mengandung sekitar 3-10% Pb, kemudian dipekatkan lagi hingga 40% sehingga diperoleh logam timbal murni.

Unsur Pb digunakan dalam bidang industri modern sebagai bahan pembuatan pipa air yang tahan terhadap korosi. Pigmen Pb digunakan sebagai pembuatan cat, baterai, dan campuran bahan bakar bensin tetraetil (Widowati *et al*, 2008:111).

Dalam pertambangan logam berbentuk sulfide logam (PbS) disebut galena. Logam Pb digunakan dalam industri baterai, kabel, penyepuhan, pestisida, sebagai zat antiletup pada bensin, zat penyusun patri tau solder, sebagai formulasi penyambung pipa sehingga memungkinkan terjadinya kontak antara air rumah tangga dengan Pb. Kemampuan Pb membentuk alloy dengan berbagai jenis logam lain sehingga bisa meningkatkan sifat metalurgi dari Pb, yaitu :

1. Pb + Sb sebagai kabel telepon
2. Pb + As + Sn + Bi sebagai kabel listrik
3. Pb + Ni senyawa azida sebagai peledak
4. Pb + Cr + Mo + Cl sebagai pewarnaan cat
5. Pb + asetat untuk mengkilapkan keramik dan bahan anti api
6. Pb + Te sebagai pembangkit listrik tenaga panas
7. Tetrametil Pb dan Tetraetil Pb sebagai bahan aditif pada bahan kendaraan bermotor

Timbal sebagai salah satu zat yang dicampurkan ke dalam bahan bakar (premium dan premix), yaitu $(C_2H_5)_4Pb$ atau TEL (*Tetra Ethyl Lead*) yang digunakan sebagai bahan aditif, yang berfungsi meningkatkan angka oktan sehingga penggunaannya akan menghindarkan mesin dari gejala “ngelitik” yang berfungsi sebagai pelumas bagi kerja antar katup mesin (*intake* dan *exhaust value*) dengan dudukan katup *valve seat* serta *valve guide*. Keberadaan *Octane booster* dibutuhkan dalam bensin agar mesin bisa bekerja dengan baik (Widowati *et al*, 2008:111).

2.7.3 Timbal di Lingkungan

Timbal terjadi secara alami di lingkungan namun sebagian besar dengan kadar tinggi ditemukan di seluruh lingkungan yang berasal dari aktivitas manusia. Kadar timbal di lingkungan telah meningkat lebih dari 1000 kali lipat selama tiga

abad terakhir sebagai akibat dari aktivitas manusia. Peningkatan terbesar terjadi antara tahun 1950 dan 2000 dan mencerminkan penggunaan di seluruh dunia meningkat dari bensin yang mengandung timbal. Timbal dapat memasuki lingkungan melalui pelepasan dari pertambangan timah dan logam lainnya dan dari pabrik-pabrik yang membuat atau menggunakan timbal dan senyawanya. Timbal dilepaskan ke udara melalui pembakaran batubara, minyak atau limbah. Sebelum bensin yang menggunakan timbal dilarang, sebagian besar timbal dilepaskan ke lingkungan berasal dari knalpot kendaraan. Setelah timbal masuk ke atmosfer kemungkinan partikel timbal sangat kecil. Timbal akan hilang dari udara karena adanya hujan sehingga partikel akan jatuh ke tanah atau ke permukaan air (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007*).

Pembuangan akhir sampah kemungkinan juga berisi limbah dari pertambangan bijih timah, manufaktur, atau kegiatan industri lainnya seperti produksi baterai. Pembuangan produk yang mengandung timbal berkontribusi untuk mencemari tempat pembuangan sampah. Penggunaan timbal dalam bensin adalah contributor utama untuk pencemaran pada tanah, dan tingkat yang lebih tinggi timbal dalam tanah ditemukan di dekat jalan raya. Sebagian besar timbal dalam tanah di kota berasal dari rumah-rumah tua dengan cat yang mengandung timbal (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007*).

Sebagian kecil timbal dapat masuk ke sungai, danau, dan badan air ketika partikel tanah yang digerakkan oleh aliran air. Timbal dapat tetap menempel pada partikel tanah atau sedimen dalam air selama bertahun-tahun. Gerakan timbal dari partikel tanah ke air tanah tidak mungkin terjadi kecuali jika hujan turun. Gerakan timbal dari tanah juga akan tergantung pada jenis senyawa timbal dan karakteristik fisik dan kimia dari tanah. Sumber timbal dalam air permukaan atau sedimen termasuk simpanan timbal yang mengandung debu dan atmosfer, air limbah dari industri yang menggunakan timbal (terutama besi dan industri baja dan produsen timah), pembuangan sampah perkotaan dan tumpukan pertambangan (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007*).

Beberapa senyawa timbal diubah menjadi bentuk lain oleh sinar matahari, udara dan air namun, unsur timbal tidak dapat dipecah. Kadar timbal

dapat masuk pada tumbuhan dan hewan melalui udara, air, atau tanah. Jika hewan dan manusia makan tumbuhan atau hewan yang terkontaminasi timbal maka kandungan timbal akan masuk ke dalam tubuh manusia (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007*).

2.7.4 Sumber Cemaran Timbal (Pb)

Pencemaran Pb berasal dari sumber alami maupun limbah hasil aktivitas manusia dengan jumlah yang terus meningkat, baik dilingkungan air, udara, maupun darat (*Widowati et al, 2008:110*). Partikel timbal dapat disebarkan oleh angin hingga 100-1000 km dari sumbernya. Sumber Pb dilingkungan adalah berasal dari cat tembok, pipa air yang menggunakan timbal, campuran keramik, kaleng dari makanan kemasan, udara, debu, tanah, obat tradisional, kosmetik, industri perak, baterai, industri kaca berwarna, perhiasan dan perunggu.

a. Bahan bakar

Emisi Pb di atmosfer bumi berbentuk gas maupun partikel. Emisi Pb dalam bentuk gas berasal dari buangan gas kendaraan bermotor.

b. Tanah

Sekitar 10% Pb dari udara mengendap langsung dit tanah dalam jarak 100 m dari jalan, 45% mengendap dalam jarak 20 km, 10% mengendap dan 35% terbawa ke atmosfer dalam jarak 20-200 km. Kemudian Pb dalam tanah tersebut akan ikut terbawa pada sepatu, alat rumah tangga, mobil maupun baju. Timbal menempel di pintu atau jendela yang dapat terhirup ke dalam saluran pernafasan dan masuk ke dalam mulut. Debu yang mengandung Pb dapat tersebar di perlengkapan rumah tangga seperti pintu, lantai dll sehingga memungkinkan adanya paparan pada manusia.

c. Pekerjaan

Beberapa pekerjaan yang berisiko memberi paparan Pb adalah pekerjaan dilingkungan industri baterai, perbaikan radiator, konstruksi, penggunaan solder, cat, penghancuran bangunan, industri logam,

pewarnaan gelas, pertambangan, percetakan, pengecatan sistem semprot, proses pengecatan pabrik mobil.

d. Alat rumah tangga

Alat rumah tangga seperti berbagai bentuk produk kerajinan dari tanah liat, lapisan pewarna kaca, keramik untuk kemasan dan memasak makanan terkadang mengandung Pb. Pb terkadang juga ditemukan perhiasan logam. Pada mesin mainan anak, ornament perhiasan dll. Timbal dalam cat adalah sumber utama timbal di rumah tangga.

e. Air minum

Timbal dalam air minum dapat berasal dari kontaminasi pipa, yang dipakai untuk saluran air. PDAM masih menggunakan pipa yang mengandung Pb, sehingga sangat besar kemungkinan air minum tercemar Pb.

f. Makanan

Timbal dalam makanan berasal dari kontaminasi kaleng makanan dan kaleng minuman dari solder yang bertimbal. Rokok juga merupakan sumber paparan Pb yang mengandung 4 µg – 12 µg timah hitam setiap batangnya. Diperkirakan jumlah timah hitam yang terhirup ke dalam paru dari merokok sebanyak 20 batang perhari adalah sebanyak 1 – 5 µg.

g. Obat tradisional dan Kosmetik

Obat tradisional maupun kosmetik terkadang mengandung Pb. Biasanya obat dan kosmetik dari Asia Selatan, India, Meksiko. Kosmetik mengandung Pb sering berwarna kuning cerah atau orange.

2.7.5 Efek Toksik Timbal (Pb)

Timbal merupakan logam yang mendapat perhatian karena bersifat toksik melalui konsumsi makanan, minuman, udara, air, serta debu yang tercemar Pb. Intoksikasi Pb bisa terjadi melalui jalur oral, lewat makanan, minuman, pernafasan, kontak lewat kulit, kontak lewat mata, serta lewat parenteral

(Widowati *et al*, 2008:110). Pb masuk ke dalam tubuh kemudian mengikuti peredaran darah menuju jaringan lunak dan organ seperti hati, ginjal, paru, otak, limpa, dan jantung. Setelah beberapa minggu sebagian besar Pb akan berpindah ke dalam tulang dan gigi. Pb dapat berada pada tulang selama puluhan tahun namun Pb dapat termobilisasi kembali ke darah dan organ dalam keadaan tertentu antara lain selama kehamilan, menyusui, setelah mengalami patah tulang, osteoporosis dan selama pertumbuhan. Timbal bersifat kumulatif dengan toksisitas yang bersifat kronis dan akut. Toksisitas kronis sering terjadi pada pekerja tambang, pabrik pemurnian logam, proses pengecatan pada pabrik mobil, pembuatan baterai, percetakan, pelapisan logam. Toksisitas akut bisa terjadi jika Pb masuk dalam tubuh melalui makanan atau inhalasi dalam waktu yang relatif pendek dan kadar yang tinggi. Beberapa gejala akibat paparan Pb adalah kram perut, kolik, sembelit, mual, muntah, sakit perut yang hebat, sakit kepala, bingung, pikiran kacau, kesulitan berbicara, sering pingsan maupun koma (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007*).

Paparan Pb terhadap anak akan sangat berbahaya yang dapat menyebabkan penurunan IQ dan pemusatan perhatian, kesulitan membaca dan menulis, hiperaktif dan gangguan perilaku, gangguan pertumbuhan dan fungsi penglihatan dan pergerakan, gangguan pendengaran, anemia, kerusakan otak, liver, ginjal, syaraf dan pencernaan, koma, kejang-kejang atau epilepsi.

Timbal bersifat kumulatif. Mekanisme toksisitas Pb berdasarkan organ yang dipengaruhinya adalah :

1. Sistem haemopoietik;

Penurunan beberapa enzim penting dalam biosintesis Heme terjadi pada Pb darah $<10 \mu\text{g/dL}$. Timbal dapat mempengaruhi sejumlah enzim dan sistem fisiologis yang mampu menyebabkan berbagai perubahan pada manusia. Pb menghambat sistem pembentukan hemoglobin (Hb) sehingga menyebabkan anemia.

2. Sistem saraf

Paparan Pb dengan kadar $>80 \mu\text{g/dL}$ dapat terjadi ensefopati. Terjadi kerusakan pada arteriol dan kapiler yang mengakibatkan edema otak,

meningkatnya tekanan cairan serebrospinal, degenerasi neuron dan perkembangbiakan sel glia, secara klinis keadaan ini disertai dengan munculnya ataksia, stupor, koma dan kejang-kejang.

3. Sistem Urinaria

Kadar Pb darah dan kadar Pb tulang berkaitan erat dengan toksik pada nephrotoxicity. Peningkatan kadar Pb darah dengan kadar $<20 \mu\text{g/dL}$, berkaitan dengan kegagalan filtrasi pada glomerulus. Kegagalan enzimuria dan proteinuria pada kadar $30 \mu\text{g/dL}$ dan perubahan patologi pada kadar Pb darah lebih dari $50 \mu\text{g/dL}$.

4. Sistem Gastrointestinal

Paparan Pb sebesar $60-100 \mu\text{g/dL}$ pada anak-anak akan mengakibatkan terjadi kolik dan konstipasi.

5. Sistem Kardiovaskuler

Paparan Pb berkaitan dengan peningkatan tekanan darah. Peningkatan tekanan darah ini secara tidak langsung dapat mempengaruhi fungsi kardiovaskuler. Pd darah sebesar $<10 \mu\text{g/dL}$ dapat menaikkan tekanan darah.

6. Sistem Reproduksi

Pb berpengaruh terutama terhadap gametotoksisitas atau janin belum siap lahir menjadi peka terhadap Pb. Ibu hamil yang terkontaminasi Pb mengalami keguguran, tidak berkembangnya sel otak embrio, kematian janin waktu lahir, serta hipospermia dan teratospermia pada pria.

7. Sistem Endokrin

Pb dapat mengakibatkan gangguan fungsi tiroid dan fungsi adrenal.

8. Sistem Muskuloskeletal

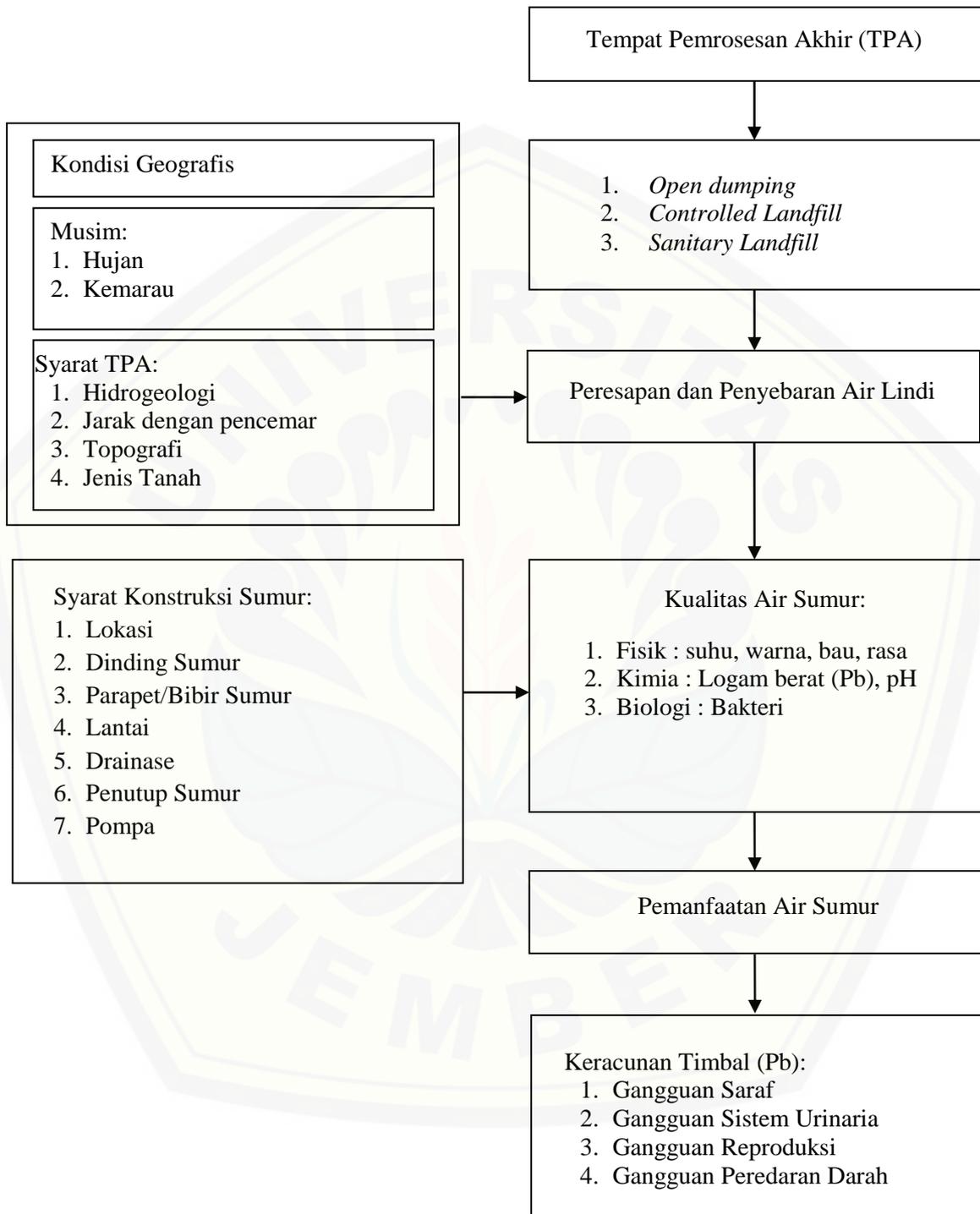
Pb dapat memberikan pengaruh terhadap panjang badan pada bayi (Widowati *et al*, 2008:129).

2.7.6 Baku Mutu Timbal

Tidak ada tingkat risiko minimum telah ditetapkan untuk timbal. Walaupun timbal ditemukan secara alami dalam tanah timbal dianggap sebagai bahan berbahaya tanpa batas (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry*, 2007). Menurut *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (2007) kadar Pb dalam tanah yang terkontaminasi adalah lebih dari 50 ppm. Distribusi Pb dalam tanah berkorelasi dengan kedalaman yaitu akan menurun sesuai dengan kedalaman. Hal ini antara lain disebabkan oleh terbentuknya ikatan Pb dengan organik tanah yang umumnya ditemukan pada lapisan atas tanah (Notoatmodjo, 2005:95).

Nilai baku mutu kandungan Pb dalam air lindi menurut Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 tahun 2002 Lampiran II tentang Baku Mutu Limbah Cair Golongan I Bagi Industri atau Kegiatan Lainnya di Jawa Timur adalah 0,1 mg/l. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air, batas maksimum kadar Pb pada air bersih sebesar 0,05 mg/l.

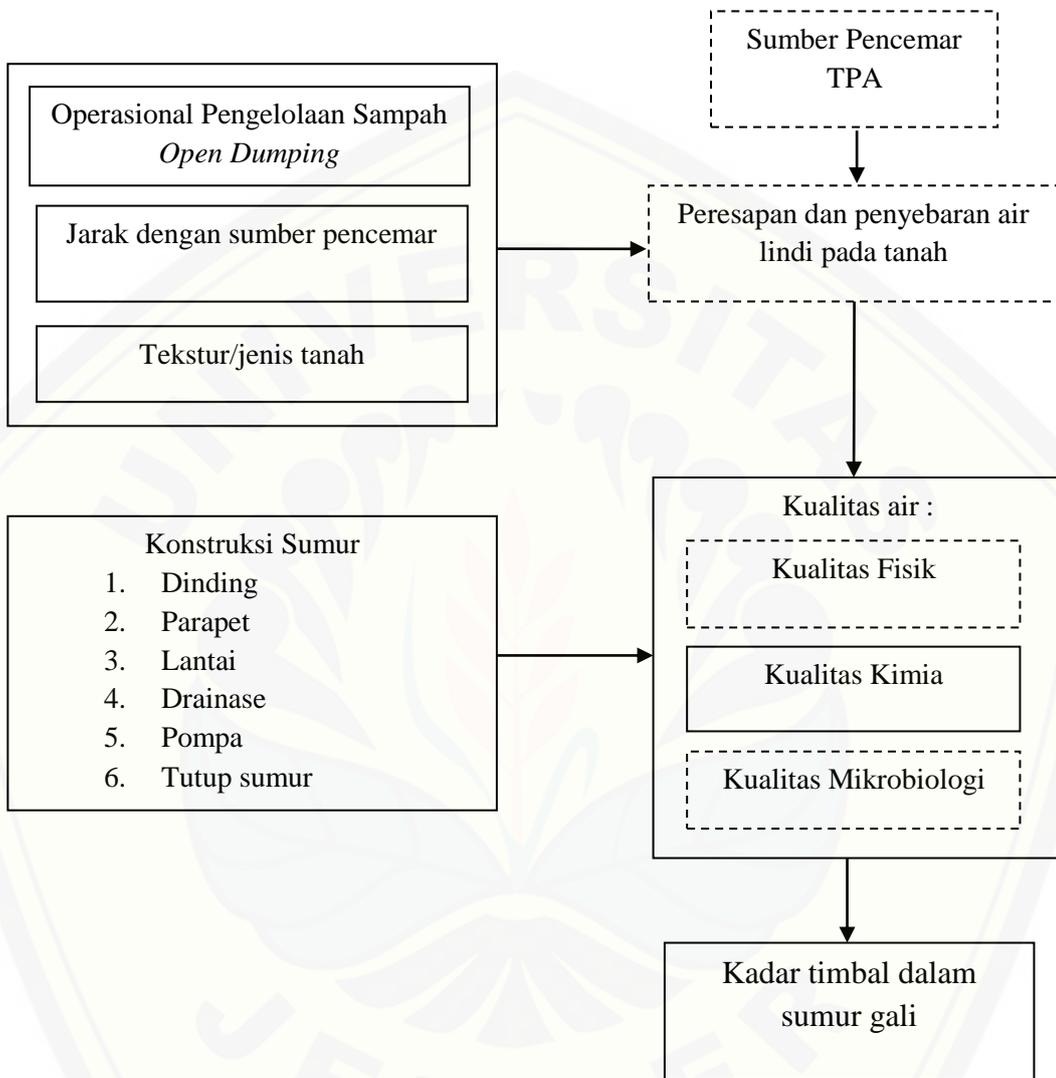
2.8 Kerangka Teori



Sumber : Modifikasi (Aditama A, 2017 dan Qadriyah L, 2018)

Gambar 2.4 Kerangka Teori

2.9 Kerangka Konsep



Keterangan : : Diteliti
 : Tidak Diteliti

Gambar 2.5 Kerangka Konsep

Berdasarkan kerangka konsep penelitian tersebut dapat diketahui bahwa tempat pemrosesan akhir (TPA) merupakan tempat mengolah sampah yang dapat menjadi sumber pencemar. Proses pembuangan sampah dengan sistem *open dumping* yang dilakukan dengan membuang sampah di atas lahan terbuka akan menghasilkan *leachete*. Air lindi yang menyebar dapat meresap ke dalam tanah mengikuti gerakan air tanah yang masuk ke dalam air tanah dipengaruhi oleh jarak dan tekstur tanah. Faktor tersebut akan mempengaruhi kualitas kimia air. Masuknya zat pencemar ke dalam sumur gali warga dapat dipengaruhi oleh konstruksi sumur yang meliputi dinding, parapet, lantai, drainase, pompa dan tutup sumur.

2.10 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang, tinjauan pustaka, kerangka teori dan kerangka konsep maka hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Terdapat hubungan antara jarak sumur dengan kandungan logam berat timbal pada air sumur gali milik penduduk sekitar TPA Ambulu
- b. Terdapat hubungan antara tekstur tanah dengan kandungan logam berat timbal pada air sumur gali milik penduduk sekitar TPA Ambulu
- c. Terdapat hubungan antara konstruksi sumur dengan kandungan logam berat timbal pada air sumur gali milik penduduk sekitar TPA Ambulu.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Penelitian kuantitatif bersifat dapat diklasifikasikan, konkrit, teramati, terukur dan antar variabel terdapat hubungan sebab akibat (Sugiyono 2014:10). Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian analitik observasional yaitu penelitian yang ditujukan untuk menguji hipotesis dan mengadakan interpretasi yang lebih dalam tentang hubungan-hubungan variabel bebas dengan variabel terikat (Notoatmodjo, 2012: 37). Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cross sectional*. Rancangan *cross sectional* merupakan suatu penelitian untuk mempelajari dinamika korelasi antara faktor-faktor risiko dengan efek melalui metode pendekatan, observasi atau pengumpulan data sekaligus pada suatu saat (*point time approach*), artinya setiap subjek penelitian hanya diobservasi sekali saja dan pengukuran dilakukan terhadap variabel subjek pada saat pemeriksaan (Notoatmodjo, 2012:37).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di permukiman sekitar TPA Ambulu radius 95 meter hingga 500 meter yang berada di Dusun Langon Lor Desa Ambulu Kecamatan Ambulu Kabupaten Jember. Uji laboratorium terkait tekstur tanah dilakukan di Laboratorium Geologi dan Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Jember. Uji laboratorium terkait kadar logam berat timbal dilakukan di Balai Besar Kesehatan Lingkungan Surabaya.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Mei 2018. Kegiatan penelitian ini meliputi studi pendahuluan, penyusunan proposal penelitian, pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan penelitian.

3.3 Penentuan Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi Penelitian

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2015:80). Populasi dari penelitian ini adalah seluruh sumur gali warga dalam jarak 500 meter dari pembatas terluar TPA Ambulu dengan lingkungan sekitarnya yang berjumlah 56 sumur.

3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel adalah jumlah dan karakteristik yang dimiliki dari sebagian populasi (Sugiyono, 2015:81). Untuk mendukung penelitian sampel dianggap sebagai sumber data yang penting (Kasmadi dan Sunariah, 2014:66). Dari besar populasi sejumlah 56 sumur gali milik warga, dapat ditentukan besar sampel berdasarkan rumus yang dikembangkan oleh *Lemeshow* (1990:42) :

$$n = \frac{Z^2 \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) P(1 - P) N}{d^2(N - 1) + Z^2 \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) P(1 - P)}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,5) \cdot 56}{0,10^2(56 - 1) + (1,96)^2 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,5)}$$

$$n = \frac{53,7824}{1,5104} = 35,6 \approx 36$$

Keterangan: N = besar Populasi
 n = besar Sampel
 P = proporsi 0,5
 $Z^2 \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)$ = nilai pada interval kepercayaan 1,96
 d = kesalahan absolute yang dapat ditolerir = 0,10

3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel Air Sumur Gali

Diketahui berdasarkan perhitungan diatas dihasilkan sejumlah 36 sampel sumur. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan *simple random sampling* yaitu pengambilan sampel yang dilakukan secara acak murni tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi tersebut dan anggota populasi dianggap homogen (Sugiyono, 2015:82). Teknik pengambilan sampel untuk menentukan jumlah sampel sumur pada setiap wilayah menggunakan teknik *proporsional random sampling*. Teknik *proporsional random sampling* yaitu teknik digunakan bila populasi mempunyai anggota/unsur heterogen dan tidak berstrata secara proporsional (Sugiyono, 2012:82). Pengambilan sampel secara proporsi dilakukan dengan mengambil subjek dari setiap wilayah ditentukan seimbang dengan banyaknya subjek dalam masing-masing wilayah. Pengambilan sampel secara proporsi tersebut menggunakan rumus sebagai berikut :

$$n_i = \frac{N_i}{N} \times n$$

Keterangan :

n_i = besarnya sampel untuk subpopulasi

N_i = masing-masing populasi

N = populasi secara keseluruhan

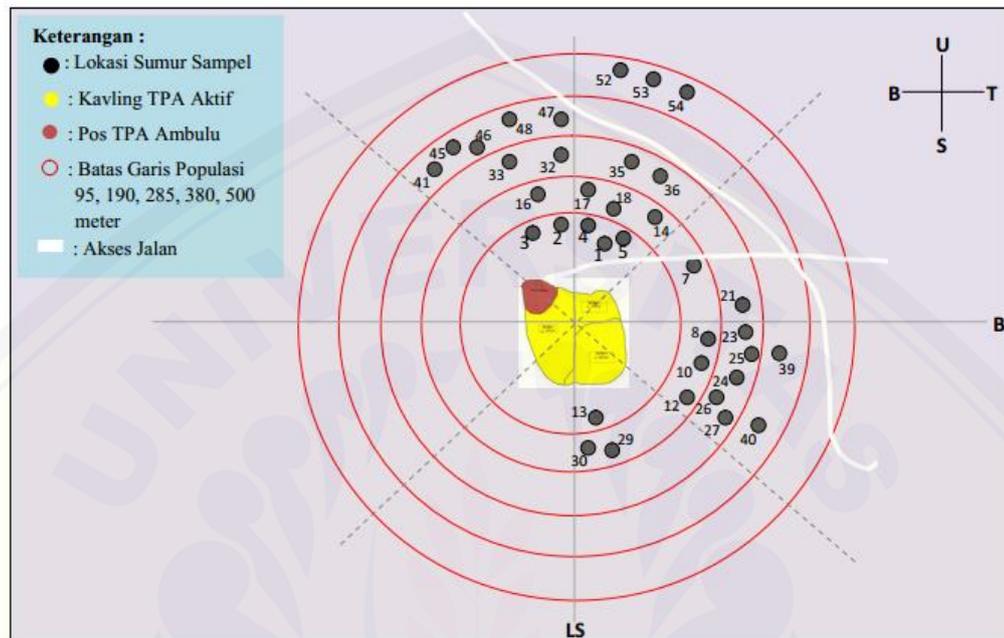
n = besar sampel

Tabel 3.1 Perhitungan Sampel Pada Setiap Wilayah

Wilayah	N_i	N	n	n_i
Utara	33	56	36	$21,21 \approx 21$
Timur	19	56	36	$12,21 \approx 12$
Selatan	4	56	36	$2,57 \approx 3$
Barat	0	0	0	0
Total				36

Pengambilan sampel pada masing-masing jarak dan wilayah kemudian dilakukan dengan *random sampling*. Teknik *random sampling* yang digunakan

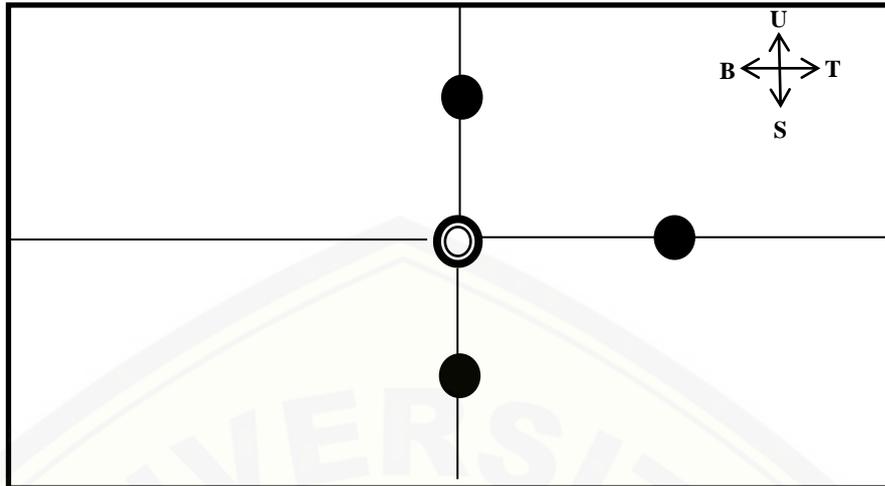
dalam pengambilan sampel adalah dengan menggunakan acak sederhana dilakukan lotre, penomoran lalu diambil secara random. Diperoleh jumlah sampel pada masing-masing jarak seperti pada gambar 3.1 dibawah ini :



Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel

3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel Tekstur Tanah

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan *purposive sampling* yaitu pengambilan sampel yang berdasarkan atas suatu pertimbangan tertentu seperti sifat-sifat populasi ataupun ciri-ciri yang sudah diketahui sebelumnya (Notoatmodjo, 2010:85). Untuk penentuan titik pengambilan sampel tanah menggunakan metode diagonal yaitu dengan menyilang kavling secara diagonal dan menentukan beberapa titik pengambilan sampel. Titik pengambilan sampel tanah dalam penelitian ini diambil pada jarak 95 meter dari kavling TPA aktif yang digunakan untuk pembuangan sampah.. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



- Keterangan:**
- ⊙ Menunjukkan pusat TPA Ambulu
 - Menunjukkan titik pengambilan sampel tanah

Gambar 3.2 Denah Pengambilan Sampel Tanah

3.4.1 Variabel Penelitian

Variabel adalah sesuatu yang digunakan sebagai sifat, ciri atau ukuran yang didapatkan oleh suatu penelitian tentang suatu konsep penelitian tertentu (Notoatmodjo, 2012:103). Variabel dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2012:112). Berdasarkan dari pengertian diatas, variabel dalam penelitian ini adalah :

a. Variabel terikat (*dependent*)

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas (Sugiyono, 2012:112). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kandungan logam berat timbal pada sumur gali disekitar TPA Ambulu dalam jarak (95, 190, 285, 380 dan 500 meter) dari pagar terluar kavling TPA Ambulu.

b. Variabel bebas (*independent*)

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi timbulnya variabel terikat (Sugiyono, 2012:111). Variabel bebas dalam penelitian

ini adalah jarak sumur (95, 190, 285, 380 dan 500 meter), konstruksi sumur dan tekstur tanah. Sesuai literature bahwa jarak minimal penyebaran logam berat adalah 95 meter, untuk mengetahui perbandingan pada jarak yang berbeda maka digunakan kelipatan dari jarak 95 meter sampai dengan 500 meter. Konstruksi sumur harus memenuhi syarat sanitasi yaitu lokasi, dinding sumur, dinding parapet, lantai kaki lima, drainase, tutup sumur dan pompa. Tekstur tanah untuk mengetahui kondisi suatu tanah berdasarkan tesktur fisiknya yang berada di TPA.

3.4.2 Definisi Operasional

Suatu konsep melalui penggambaran dalam definisi konsep yang harus didefinisikan secara operasional tujuannya agar mampu diobservasi serta diukur disebut definisi operasional. Definsi operasional dimaksudkan untuk memberikan rujukan-rujukan empiris apa saja yang dapat ditemukan dilapangan serta menggambarkan secara tepat konsep yang dimaaksud sehingga konsep tersebut dapat diamati dan diukur (Purwanto dan Sulistyastuti, 2007:18).

Tabel 3.2 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Teknik Pengambilan Data	Skala Data	Kriteria Pengukuran
Variabel Independent					
1.	Operasional <i>open dumping</i>	Membuang sampah pada tempat pemrosesan akhir dengan meletakkan begitu saja diatas tanah secara terbuka	Observasi dan Wawancara		1. Ada penanganan sampah 2. Tidak ada penanganan sampah
2.	Jarak Sumur	Jarak sumur adalah Jarak antara pembatas terluar dari TPA dengan sumur gali pada jarak maksimal 500 m	Pengukuran dengan GPS	Rasio	Jarak.....meter

No.	Variabel	Definisi Operasional	Teknik Pengumpulan Data	Skala Data	Kriteria Pengukuran
3.	Konstruksi sumur	Konstruksi sumur adalah bangunan fisik sumur sebagai syarat sanitasi penyediaan air bersih (Chandra, 2006:46).	Observasi dan pengukuran	Nominal	1. Tidak Memenuhi syarat, jika total skor ≤ 6 2. Memenuhi syarat, jika total skor > 6
	a. Dinding	Dinding sumur adalah tembok dalam sumur untuk mengurangi resapan bahan pencemar yang diukur dari permukaan tanah maupun dari samping dengan menggunakan alat ukur meteran. Memenuhi syarat apabila ≥ 6 meter (Chandra, 2006:46).	Observasi dan pengukuran	Nominal	1. ≥ 6 meter = skor 2 2. ≤ 6 meter = skor 1 3. Tidak ada = skor 0
	b. Parapet/ bibir sumur	Parapet adalah bagian dari konstruksi sumur yang berada diatas tanah, terbuat dari batu bata/tembok memiliki ketinggian 70 cm. Berbentuk lingkaran berfungsi sebagai pelindung dan mencegah masuknya zat pencemar ke dalam sumur (Chandra, 2006:46)	Observasi dan pengukuran	Nominal	1. ≥ 70 cm = skor 2 2. ≤ 70 cm = skor 1 3. Tidak ada = skor 0
	c. Lantai	Lantai adalah lapisan yang terbuat dari semen yang melingkari	Observasi dan pengukuran	Nominal	1. ≥ 1 meter = skor 2 2. ≤ 1 meter = skor 1

No.	Variabel	Definisi Operasional	Teknik Pengumpulan Data	Skala Data	Kriteria Pengukuran
		seluruh jurusan yang berfungsi untuk mencegah merembasnya air buangan masuk ke dalam sumur. Memenuhi syarat apabila memiliki lebar ≥ 1 meter (Chandra, 2006:46).			3. Tidak ada = skor 0
	d. Drainase	Drainase adalah saluran pembuangan air yang harus dibuat menyambung dengan parit agar tidak terjadi genangan air disekitar sumur (Chandra, 2006:46).	Observasi	Nominal	1. Ada = skor 1 2. Tidak ada = skor 0
	e. Tutup sumur	Tutup sumur adalah bahan kedap air yang kuat untuk mencegah kontaminasi langsung pada sumur (Chandra, 2006:46).	Observasi	Nominal	1. Ada = skor 1 2. Tidak ada = skor 0
	f. Pompa	Pompa adalah alat untuk memindahkan air ke permukaan berupa pompa tangan maupun elektrik (Chandra, 2006:46).	Observasi	Ordinal	1. Ada = skor 1 2. Tidak ada = skor 0
4.	Tekstur/jenis tanah	Kandungan fraksi berdasarkan ukuran partikel tanah yang diukur menggunakan analisa saringan	Uji Laboratorium	Rasio	Tekstur tanah...mm

No.	Variabel	Definisi Operasional	Teknik Pengambilan Data	Skala Data	Kriteria Pengukuran
		yang dapat digolongkan sebagai berikut : 1. Kerikil = >2 mm 2. Pasir = 2-0,05 mm 3. Lanau = 0,05-0,002 4. Lempung = <0,002 mm			
Variabel Dependent					
1.	Timbal	Jumlah kandungan logam berat (Pb) yang terdapat pada air sumur gali penduduk dengan jarak maksimal 500 meter dari pembatas terluar TPA Ambulu. Memenuhi syarat apabila $\leq 0,05$ ppm (Permenkes No. 32 tahun 2017).	Uji Laboratorium	Rasio	Timbal....ppm

3.5 Pengambilan Sampel Air

Kegiatan pengambilan sampel air dilakukan melalui tahapan persiapan sampai pengujian sampel di laboratorium. Menurut SNI 6989.59.2008 tentang Air dan air limbah Bagian 58 tentang metode pengambilan sampel air tanah, tahapan yang dilakukan sebagai berikut :

a. Menentukan lokasi sumur sampel

Penentuan titik pengambilan sampel dilakukan dengan melakukan pemetaan lokasi sumur yang ada disekitar TPA Ambulu menggunakan aplikasi *google maps* dan *google earth*. Setelah dilakukan pemetaan dihasilkan peta populasi sumur dan peta sampel.

- b. Mengambil sampel air sumur
 1. Mempersiapkan peralatan meliputi botol timba, botol 300 mL, HNO₃ dan *cool box*, etiket/label, bolpoin.
 2. Mengambil dan menyiapkan botol timba.
 3. Membilas botol timba dengan contoh uji sebanyak tiga kali.
 4. Menurunkan botol pada sumur sampai kedalaman tertentu.
 5. Mengangkat botol timba setelah terisi penuh.
 6. Memasukkan sampel air ke dalam wadah (botol) berukuran 300 mL.
 7. Meneteskan HNO₃ ke dalam botol sampel air sampai pH < 2.
 8. Menutup botol sampel air kemudian diberikan etiket atau label.
 9. Menyimpan botol sampel air ke dalam *cool box*.
- c. Melakukan observasi pada konstruksi sumur
 1. Mempersiapkan peralatan meliputi meteran, benang, bolpoin.
 2. Mengukur ketinggian dinding sumur menggunakan meteran.
 3. Mengukur ketinggian parapet menggunakan meteran.
 4. Mengukur lebar lantai disekitar sumur menggunakan meteran.
 5. Mengidentifikasi jenis dinding, parapet, lantai, keberadaan drainase, tutup sumur dan pompa air.
- d. Pengambilan Sampel Tanah
 1. Mempersiapkan peralatan meliputi cangkul, sekop, kantong plastik, etiket, bolpoin.
 2. Mengukur jarak dari pusat TPA ke bagian wilayah barat, timur, selatan dan utara hingga mencapai 95 meter.
 3. Menggali tanah sampai kedalaman 30-40 cm.
 4. Masukkan tanah ke dalam kantong plastik menggunakan sekop dan diberi label/kode.
- e. Melakukan pengukuran jarak dari pagar terluar TPA Ambulu
Pengukuran jarak sumur dari pagar terluar TPA Ambulu menggunakan pengukuran dengan mendeteksi koordinat lokasi menggunakan *global positioning system* (GPS). Hasil koordinat diolah dengan menggunakan *google maps* untuk mengukur jarak sumur dari lokasi TPA Ambulu.

f. Melakukan pengujian sampel air di Laboratorium

Pengujian sampel air dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Surabaya dengan menggunakan metode SSA-nyala. Sampel air dilakukan perlakuan pengawetan dengan HNO_3 .

3.6 Data dan Sumber Data

Jenis data yang diperoleh dalam penelitian ini menggunakan data primer. Data primer merupakan data yang didapat dan dikumpulkan sendiri oleh peneliti secara langsung dari sumber pertama melalui teknik pengambilan data wawancara maupun observasi (Kurniawan dan Puspitaningtyas, 2016: 78). Data primer dalam penelitian ini adalah :

1. Data hasil wawancara dan observasi kepada petugas koordinator TPA tentang data profil TPA Ambulu, jenis sampah, sumber sampah yang masuk ke TPA dan operasional pengelolaan sampah di TPA Ambulu.
2. Data hasil pengukuran jarak sumur gali penduduk dari pagar terluar TPA Ambulu.
3. Data hasil pengukuran konstruksi sumur gali penduduk disekitar TPA Ambulu.
4. Data uji laboratorium tekstur tanah di TPA Ambulu.
5. Data uji laboratorium terhadap kadar timbal (Pb) pada air sumur gali ,milik warga sekitar TPA Ambulu.

3.7 Teknik dan Alat Perolehan Data

3.7.1 Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data dengan mencatat informasi yang dilakukan melalui pengamatan secara langsung dilapangan yang dilakukan oleh peneliti atau kolaboratornya. Kegiatan observasi yaitu dengan melihat, mendengarkan, merasakan yang kemudian dicatat seobyektif mungkin (Gulo, 2005:116). Dalam penelitian ini kegiatan observasi dilakukan dengan menggunakan instrumen penelitian yang telah disusun oleh peneliti yang

memudahkan peneliti untuk mengamati obyek yang akan diteliti. Kegiatan observasi yang dilakukan untuk mengetahui proses pelaksanaan operasional pengelolaan sampah di TPA Ambulu. Kegiatan dokumentasi pada saat observasi juga dilakukan sebagai bukti fisik proses pengamatan selama penelitian.

3.7.2 Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengambilan data dengan mengumpulkan data secara langsung atau lisan berhadapan muka ke muka (*face to face*) dari sasaran penelitian (responden) yang dilakukan untuk mendapatkan keterangan atau jawaban yang dimaksud peneliti. Data yang diperoleh langsung dari responden melalui alat instrumen penelitian berupa lembar panduan wawancara yang telah dibuat oleh peneliti dengan cara pertemuan atau percakapan (Notoatmodjo, 2007:97). Kegiatan wawancara fungsinya adalah untuk memudahkan dalam mengurutkan pertanyaan. Wawancara dilakukan kepada kepala koordinator TPA Ambulu untuk mengetahui profil TPA Ambulu, jenis sampah, sumber sampah yang masuk ke TPA dan operasional pengelolaan sampah di TPA Ambulu.

3.7.3 Pengukuran

Pengukuran merupakan sebuah metode untuk mengetahui data dari lapangan dengan mengukur obyek yang diteliti yang pengambilan datanya dapat memberikan nilai panjang, tinggi serta nilai arah relatif dari sebuah obyek ke obyek lainnya (Nazir, 2003: 189). Dalam penelitian ini pengukuran dilakukan dengan menggunakan meteran, kompas, dan GPS. Tahap pengukuran konstruksi sumur dalam penelitian ini yaitu :

- a. Mempersiapkan meteran dengan pemberatnya.
- b. Memasukkan meteran sampai kedalaman maksimal.
- c. Melihat angka kedalaman sumur.
- d. Menarik meteran atau menggulungnya sampai batas dinding sumur.
- e. Melihat ketinggian dinding sumur pada meteran.

- f. Mencatat semua hasil pengukuran, dan
- g. Khusus untuk parapet diukur terpisah dari tahapan diatas.

3.7.4 Uji Laboratorium

Uji Laboratorium adalah pengukuran yang dilakukan di laboratorium melalui metode dan tahapan khusus. Pengujian pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tekstur tanah TPA dan logam berat timbal (Pb) yang terlarut dalam air sumur. Uji Laboratorium tekstur tanah menggunakan metode analisa saringan yang dilakukan di Laboratorium Ilmu Geologi dan Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Jember. Uji Laboratorium pada air sumur menggunakan metode spektrofotometri serapan atom (AAS)-nyala di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya. Sampel air diambil 300 ml di lokasi sekitar sumur pemukiman penduduk TPA Ambulu diawetkan menggunakan HNO_3 0,05 ml yang kira-kira dapat bertahan sekitar 6 bulanan dengan menurunkan kadar pH <2 dan disimpan dalam kondisi dingin. Pengambilan sampel dilakukan setiap pagi hari pukul 06.00-09.00 WIB pada musim kemarau dan disimpan dalam box selama 3 hari dan setelah itu langsung dikirimkan ke BBLK Surabaya. Dalam uji laboratorium peneliti tidak ikut melakukan pengujian terhadap sampel air namun peneliti hanya memperoleh hasil pengujian kandungan timbal dari BBLK Surabaya.

3.8 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

3.8.1 Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Pemeriksaan data (*editing*)

Editing merupakan kegiatan yang dilakukan setelah peneliti selesai menghimpun data dilapangan agar data yang terkumpul sesuai dengan harapan peneliti, tidak telewatkan atau tumpang tindih. Proses editing dilakukan dengan cara mengkonfirmasi ulang objek penelitian maupun

pengukuran ulang apabila diperoleh hasil yang berbeda (Bungin, 2010:78).

b. Pemberian kode (*coding*)

Coding merupakan kegiatan mengklasifikasikan data yang sudah melalui proses editing memberikan identitas, sehingga memiliki arti tertentu pada saat proses analisis (Bungin, 2010:79).

3.8.2 Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan dua metode yaitu univariat dan bivariat.

a. Analisis Univariat

Analisis univariat bertujuan untuk menjelaskan atau mendeskripsikan karakteristik setiap variabel penelitian (Notoatmodjo, 2012:182). Analisis data univariat dilakukan untuk mengetahui gambaran distribusi frekuensi masing-masing variabel *dependent* maupun variabel *independent*. Keseluruhan data dalam instrumen pengumpulan data diolah dalam bentuk tabel distribusi frekuensi.

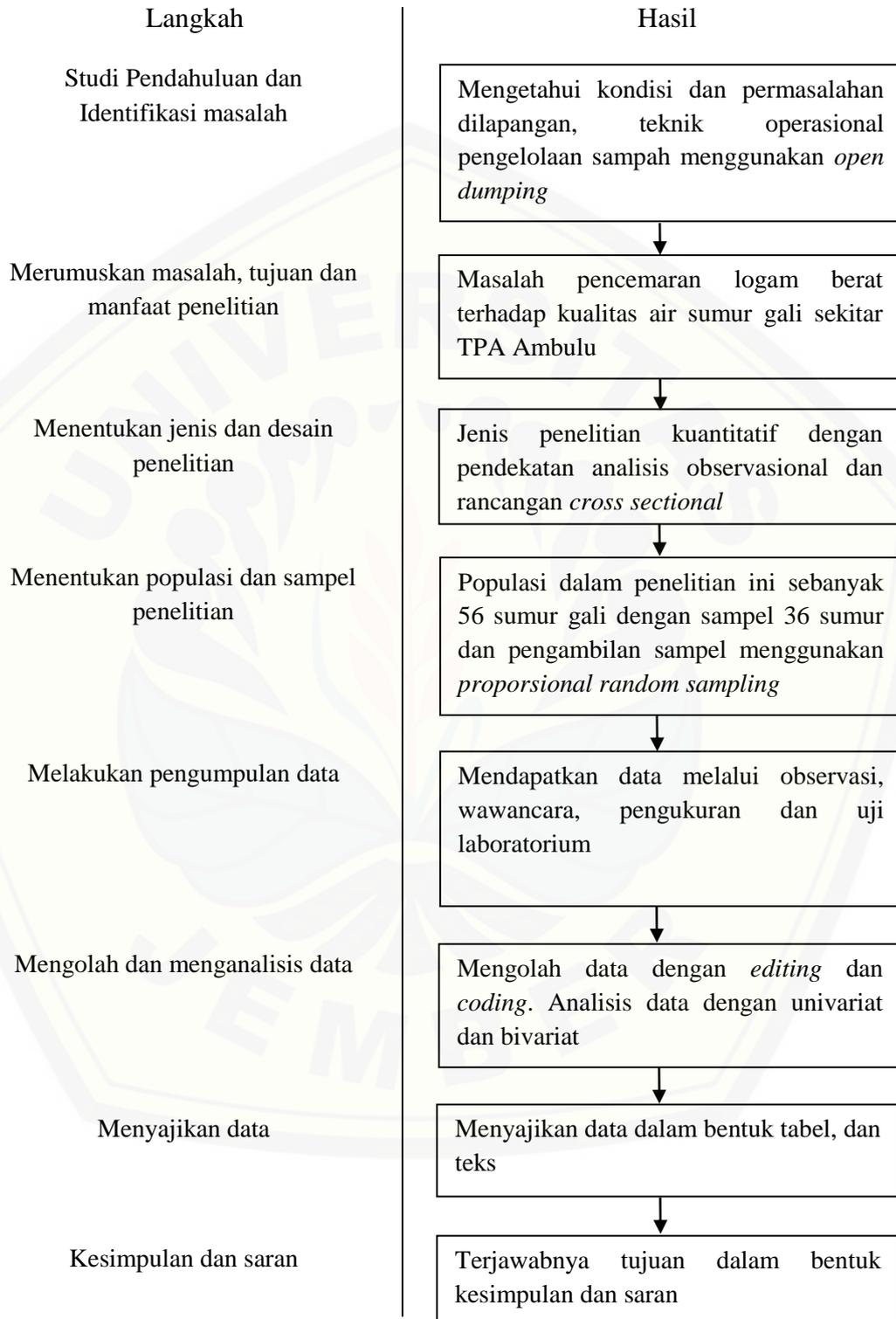
b. Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan terhadap dua variabel yang diduga berhubungan atau berkorelasi (Notoatmodjo, 2010:98). Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3.3 Analisis Data Bivariat

No.	Jenis Data	Jenis Analisis Data
1.	Hubungan jarak dengan kandungan logam timbal pada sumur gali	Spearman (<i>rs</i>)
2.	Hubungan tekstur tanah dengan kandungan logam timbal pada sumur gali	Spearman (<i>rs</i>)
3.	Hubungan konstruksi sumur dengan kandungan logam timbal pada sumur gali	Chi-square

3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.3 Alur Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian terhadap pencemaran logam berat timbal pada air sumur gali penduduk di sekitar TPA Ambulu Kabupaten Jember maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Pelaksanaan operasional pengelolaan sampah di TPA Ambulu masih belum dilakukan dengan tepat karena masih menggunakan metode *open dumping*. Kegiatan *open dumping* dilakukan dengan tahap pengeringan sampah, pembakaran sampah, perataan dan pemadatan sampah serta pengurukan sampah dengan tanah.
- b. Jarak sumur gali dari TPA Ambulu tidak memenuhi persyaratan lokasi berdirinya TPA yaitu jarak minimal antara TPA dengan sumber air minimal adalah 500 meter. Sedangkan disekitar TPA Ambulu pada jarak < 500 meter banyak ditemukan pemukiman dan sumur gali milik warga sebagai sumber air yang mengandung timbal.
- c. Tekstur/jenis tanah di sekitar TPA Ambulu pada bagian wilayah utara, timur dan selatan mengandung jenis tanah pasir. Pada tekstur tanah pasir memiliki kapasitas serap air sangat rendah sehingga sumur gali disekitar TPA mengandung timbal.
- d. Konstruksi sumur gali disekitar TPA Ambulu umumnya masuk ke dalam kategori tidak memenuhi persyaratan sanitasi sebesar 83,33%. Kondisi konstruksi yang buruk karena minimnya kelengkapan pendukung pada bangunan konstruksi sumur gali seperti dinding, parapet, lantai, drainase, tutup sumur dan pompa sehingga banyak sumur gali mengandung timbal.
- e. Kandungan timbal pada sumur gali di sekitar TPA Ambulu seluruhnya masih memenuhi persyaratan artinya tidak melebihi baku mutu yaitu < 0,05 ppm sesuai Permenkes Nomor 32 tahun 2017.

- f. Terdapat hubungan antara jarak dengan kadar timbal pada air sumur gali di sekitar TPA Ambulu. Tidak ada hubungan antara tekstur tanah dan konstruksi sumur dengan kadar timbal pada air sumur gali di sekitar TPA Ambulu.

5.2 Saran

- a. Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember atau petugas TPA Ambulu perlu melakukan evaluasi perbaikan terhadap pengelolaan sampah di TPA Ambulu sehingga keberadaan TPA Ambulu tidak memberikan dampak pencemaran lingkungan. Evaluasi terutama dilaksanakan terhadap sistem pengolahan air lindi yang segera dilengkapi dengan IPL (Instalasi Pengeolahan Lindi), pembuatan sumur monitoring.
- b. Masyarakat yang memiliki sumur gali yang di dalamnya sudah terdapat timbal dapat mengatasinya dengan mengaplikasikan sistem adsorben dari arang aktif yang dapat dibeli di apotik. Fungsi adsorben yaitu untuk mengurangi kadar logam berat timbal pada air sumur dan tujuannya agar air sumur tersebut dapat memenuhi persyaratan dan layak kembali dikonsumsi sampai sumur tidak mengandung timbal. Selain itu masyarakat dapat mengupayakan membenahi konstruksi sumur gali yang aman sesuai persyaratan sanitasi untuk meminimalisir masuknya bahan pencemar baik fisik, kimia dan biologi.
- c. Untuk penelitian secara berkelanjutan dalam berbagai perkembangan ilmu pengetahuan dapat memberikan manfaat kepada masyarakat yang berada disekitarnya untuk meneliti paparan logam berat yang terdapat TPA Ambulu sendiri dan mengkaji pencemaran logam berat lainnya akibat keberadaan TPA Ambulu yang memiliki jarak yang dekat dengan rumah penduduk.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, A. 2017. Hubungan Antara Jarak Sumur, Konstruksi Sumur dan Tinggi Muka Air Sumur Dengan Kandungan Timbal di Sekitar TPA Pakusari. Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Jember: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
- ATSDR., (2007). *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*. Departemen of Health Service and Human Service, Public Health Service, division of Toxicologi and Environmental Medicine.[Serial Online] <https://www.atsdr.cdc.gov/> (1 Juli 2018)
- ATSDR., (2007). *Lead Toxicity Who Is at Risk of Lead Exposure*. [Serial Online] https://www.atsdr.cdc.gov/csem/lead/docs/CSEM-Lead_toxicity_508.pdf (30 Juni 2018)
- Alex, S. 2012. *Sukses Mengolah Sampah Organik Menjadi Pupuk Organik*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press
- Alsuhendra dan Ridhawati. 2013. *Bahan Toksik Dalam Makanan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Ashar T., Santi D.N., Naria E. (2013). Kromium, Timbal dan Merkuri dalam air Sumur Masyarakat di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7 (9): 110-120 [Serial Online] <https://media.neliti.com/media/publications/39459-ID-kromium-timbal-dan-merkuri-dalam-air-sumur-masyarakat-di-sekitar-tempat-pembuang.pdf> (3 November 2018)
- Azwar, A. 1979. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: PT Mutiara Sumber Widya Offset
- Bahar, Y. 1986. *Teknologi Penanganan dan Pemanfaatan Sampah*. Jakarta: PT Waca Utama Pramesti

Budiarto, E. *Metodologi Penelitian Kedokteran*. Jakarta: EGC

Bungin, b. 2009. *Metodologi Penelitian Kuantitatif: Komunikasi, Ekonomi dan Kebijakan Publik serta Ilmu-ilmu Sosial Lainnya*. Jakarta: Kencana

Boky, *et.al.*, (2015). Perbedaan Kandungan Merkuri (Hg) Air Sumur Gali Berdasarkan Jarak dari Sumber Pencemar di Wilayah Pertambangan Rakyat Desa Tatelu I. *Jurnal JIKMU*, 5 (1):63-70 [Serial Online] <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jikmu/article/view/7179> (15 Juni 2018)

Das, Braja M. 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknisi)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur. 2016. *Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Jawa Timur Tahun 2016*. [Serial Online]. <http://jatimprov.go.id/ppid/uploads/berkasppid/IKPLHD%20Jawa%20Timur%202016%20-%20Executive%20Summary10052017.pdf> (11 November 2017)

Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember. 2017. *Volume Sampah di Kabupaten Jember tahun 2017*. Jember: Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember

Fajarini, S. 2014. Analisis Kualitas Air Tanah Masyarakat Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kelurahan Sumur Batu Bantang Gebang, Bekasi Tahun 2013. *Skripsi*. [Serial Online]. <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/25682/1/Srikandi%20Fajarini%20-%20fkik.pdf> (27 September 2017)

Fardiaz, S. 1992. *Pulosi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kasinius

Gulo, W. 2005. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT Grasindo

Himmah, *et.al.*, 2009. Potensi Limbah Air Lindi oleh *Pseudomonas fluorescens* sebagai Probiotik Tanaman. *Program Kreativitas Mahasiswa*. Bogor: Institut Pertanian Bogor. [Serial Online]. <https://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/20290/7/PKM-GT%20LINDI%202009.pdf> (20 Mei 2018)

Jaringan Informasi Pangan dan Gizi (JIPG). 2008. Lembar Berita Serba Serbi Kemasan Pangan. ISSN 0854-2996 Vol. XIV No. 1

Kasmadi dan Sunariah N. 2014. *Panduan Modern Penelitian Kuantitatif Cetakan Kedua*. Bandung: Alfabeta

Khoiron, *et.al.*, 2014. *Dasar Kesehatan Lingkungan*. Jember: Jember University Press

Kinasih A.R. N., Purnomo P.W., Ruswahyuni (2015). Analisis Hubungan Tekstur Sedimen dengan Bahan Organik, Logam Berat (Pb Dan Cd) dan Makrozoobentos di Sungai Betahwalang, Demak. *Jurnal of Maquares Management of Aquatic Resources*, 4 (3): 99-107 [Serial Online] <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/maquares/article/view/9325> (17Juli 2018)

Kurniawan, A dan Puspitaningtyas Z. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Yogyakarta: Pustaka Baru

Kusnoputranto, H. 2000. *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat Indonesia

Lemeshow, S, *et al.*, 1990. *Adequacy of Sample Size in Health Studies*. Toronto: Published on behalf of the World Health Organization by John Wiley & Sons. Edisi Terjemahan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

Mahyudin, P.R. (2017). Kajian Permasalahan Pengelolaan Sampah dan Dampak Lingkungan di TPA (Tempat Pembuangan Akhir). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3 (1): 66-74 [Serial Online] <https://www.ijsr.net/archive/v5i9/ART20161853.pdf> (18 Juli 2018)

- Maramis, *et.al.*, 2006. Sebaran Logam Berat dan Hubungannya dengan Faktor Fisiko-Kimiawi di Sungai Kreo, Dekat Buangan Air Lindi TPA Jatibarang, Kota Semarang. *Jurnal Penelitian* [Serial Online] http://www.analitik.chem.its.ac.id/attachments/-01_06-%20Alfonds.pdf (23 Juli 2018)
- Mise, S. R dan Veerannagoud (2016). Characterization of Leachate from Municipal Solid Waste (MSW) Landfilling Sites of Kalaburagi, Karnataka, India. *International Journal of Science and Research*, 5 (9): 1576-1582 [Serial Online] <https://www.ijsr.net/archive/v5i9/ART20161853.pdf> (20 Juli 2018)
- Mukhlis., Yatim E.M (2013). Pengaruh Lindi (*Leachate*) Sampah Terhadap Air Sumur Penduduk Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Air Dingin. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7 (2): 54-59 [Serial Online] <http://jurnal.fkm.unand.ac.id/index.php/jkma/article/view/109> (21 Juli 2018)
- Mulia, RM. 2005. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Mukono. 2000. *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press
- Muliyadi, Mukono H.J., Haryanto N (2015). Paparan Timbal Udara Terhadap Timbal Darah, Hemoglobin, Cystatin C Serum Pekerja Pengecetan Mobil. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11 (2): 87-89 [Serial Online] <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/kemas/article/view/3519> (22 Juli 2018)
- Munfiah S., Nurjazuli, Onny S (2013). Kualitas Fisik dan Kimia Air Sumur Gali dan Sumur Bor di Wilayah Kerja Puskesmas Guntur II Kabupaten Demak. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 12 (2): 154-159 [Serial Online] <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jkli/article/view/8553> (25 Juli 2018)
- Moelyaningrum, AD. 2016. *Correlation Between Blood Lead Level (BLL) And Osteoporosis in Postmenopausal Women in Surabaya Indonesia*. *Jurnal*

Penelitian. [Serial Online]. <https://osf.io/preprints/inarxiv/8uqza/> (30 Juni 2018)

Moelyaningrum, A.D dan Pujiati, R.S (2015). Cadmium (Cd) and Mercury (Hg) in the soil, leachete and ground water at the final waste disposal Pakusari Jember District Area. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 24 (2): 101-108 [Serial Online] <http://gssrr.org/index.php?journal=JournalOfBasicAndApplied&page=article&op=view&path%5B%5D=4541> (3 Juli 2018)

Moelyaningrum, A.D (2010). Timah Hitam dan Kesehatan. *Jurnal IKESMA*, 6 (2): 111-122 [Serial Online] <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/IKESMA/article/view/1626> (29 Juni 2018)

Moelyaningrum, A.D (2016). Timah Hitam dan Karies Gigi. *Stomatognatic (J. K. G Unej)*, 13 (1): 27-31 [Serial Online] <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/STOMA/article/view/4479> (29 Juni 2018)

Narbuko, C dan Achmadi A. 2010. *Metodologi Penelitian Cetakan Kesebelas*. Jakarta: PT Bumi Aksara

Nasution, H.I dan Silaban, S (2017). Analisis Logam Berat Pb dan Cd Dalam Air Sumur di Sekitar Lokasi Pembuangan Sampah Akhir. *Jurnal ITEKIMA*, 1 (1): 17-24 [Serial Online] http://stakc.ac.id/wp-content/uploads/2017/08/03-UNIMED_Nasution.pdf (19 Juli 2018)

Nazir. 2003. *Metode Penelitian Cetakan Kelima*. Jakarta: Ghalia Indonesia

Nindhianingtyas, W.N. 2013. Analisis Potensi Pencemaran Timbal Pb Pada Tanah, Air Lindi dan Air Tanah (Sumur Monitoring di TPA Pakusari Kabupaten Jember. Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

- Notoatmodjo, S. 2005. *Pencemaran Tanah dan Air Tanah*. Bandung: Penerbit ITB
- Notoatmodjo, S. 2007. *Kesehatan Masyarakat Ilmu dan Seni*. Jakarta: PT Rineka Cipta Pustaka
- Notoatmodjo, S. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: PT Rineka Cipta Pustaka
- Notoatmodjo, S. 2012. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: PT Rineka Cipta Pustaka
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat Edisi kedua*. Jakarta: Rineka Cipta
- Purwanto, E dan Sulistyastuti D. 2007. *Metode Penelitian Kuantitatif Untuk Administrasi Publik dan Masalah-masalah Sosial Cetakan Pertama*. Yogyakarta: Gava Media
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012 tentang *Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga*
- Prihastini, L (2011). Dampak Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Winongo Terhadap Kualitas Lingkungan Hidup. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 2 (1): 7-15 [Serial Online] <http://iptek.its.ac.id/index.php/geosaintek/article/view/2964> (23 Juli 2018)
- Qadriyah, L. 2018. Hubungan Antara Jarak dan Konstruksi Sumur Gali di Sekitar TPA Pakusari Kabupaten Jember. Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Jember: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

- Ridhowati, S. 2013. *Mengenal Pencemaran Ragam Logam*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Rizza, R (2013). Hubungan Antara Kondisi Fisik Sumur Gali Dengan Kadar Nitrit Air Sumur Gali Disekitar Sungai Tempat Pembuangan Limbah Cair Batik. *Unnes Journal of Public Health*, 2 (3): 1-10 [Serial Online] <http://lib.unnes.ac.id/18451/1/6450408030.pdf> (1 November 2018)
- Santi, A (2010). Hubungan Jarak Sumur dari Sungai Tercemar Limbah Tapioka dengan Kadar Sianida. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5 (2):106-111 [Serial Online] <http://id.portalgaruda.org/?ref=browse&mod=viewarticle&article=136147> (27 Juli 2018)
- Saptiningsih, E (2011). Peningkatan Produktivitas Tanah Pasir untuk Pertumbuhan Tanaman Kedelai dengan Inokulasi Mikorhiza dan Rhizobium. *Jurnal Bioma*, 9 (2): 58-61 [Serial Online] <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/bioma/article/view/3397> (28 Juli 2018)
- Singarimbun, M dan Sofyan, E. 2006. *Metode Penelitian Survei Edisi Ke-18*. Jakarta: Lembaga Penelitian, Pendidikan dan Penerangan Ekonomi Sosial
- Sinulingga M., Darmanti S (2013). Kemampuan Mengikat Air oleh Tanah Pasir yang Diperlakukan dengan Tepung Rumput Laut *Gracilaria Verrucosa*. *Jurnal Pertanian*, 4 (3): 230-256 [Serial Online] <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/janafis/article/view/2570> (28 Juli 2018)
- Suparmin, Soeparman. 2002. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Jakarta: Buku Kedokteran.
- Suherni. 2010. Keracunan Timbal di Indonesia. Environmental Science, Graduate School of the Environment, Macquarie University, Sydney, Australia. *Jurnal Penelitian* [Serial Online]. http://www.lead.org.au/Keracunan_Timbal_di_Indonesia_20100916.pdf (10 November 2017)

Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D Cetakan Ke-18*. Bandung: Alfabeta

Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D Cetakan Ke-22*. Bandung: Alfabeta

Sugiyono. 2016. *Metodologi Penelitian dan Pengembangan (Research and Development R/D) Cetakan Ke-2*. Bandung: Alfabeta

Sumantri, A. 2015. *Kesehatan Lingkungan Edisi 3*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group

Surendro, B. 2015. *Mekanika Tanah Teori, Soal dan Penyelesaian*. Yogyakarta: CV Andi Offset

Srivasta S dan Ritu S (2015). Impact of Solid Waste on Health and the Environment. *International Journal of Science and Research*, 4 (9): 1770-1773 [Serial Online] https://www.researchgate.net/publication/306150450_Impact_of_Solid_Waste_on_Health_and_The_Environment (28 Juli 2018)

SNI 03-3241-1994 tentang *Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA Sampah*

SNI 19-2454-2002 tentang *Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*

SNI 6989-58-2008 tentang *Metode Pengambilan Contoh Air Tanah*

Tchobanoglous, G. 1993. *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. New York: McGraw-Hill, Inc

Tewu R. W. G., Theffie K.L., Pioh D.D (2013). *Kajian Sifat Fisik Dan Kimia Tanah Pada Tanah Berpasir di Desa Noongan Kecamatan Langowan Barat*.

Jurnal Kesehatan Lingkungan, 7 (3): 160-165 [Serial Online]
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/cocos/article/view/12097> (7 Juli 2018)

Tumanggor, W., Dharma, S., Marsaulina, I. 2012. Analisis Kandungan Pb Pada Air Sumur Gali Masyarakat di Sekitar Tempat Penimbunan Limbah Padat Industri Timah Dari Daur Ulang Aki Bekas Desa Sei Rotan Kecamatan Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang. *Skripsi* [Serial Online]. <http://jurnal.usu.ac.id> (1 November 2018)

Undang-Undang Nomor 18 tahun 2008 tentang *Pengelolaan Sampah*

Undang-Undang Nomor 32 tahun 2009 tentang *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*

UNEP. 2005. *Closing an Open Dumpsite and Shifting form Open Dumping to Controlled Dumping and to Sanitary Land Filling*. Philippines : United Nations Environment Programme and Departement of Environment and Natural Resources (DENR)

Utomo, M. 2016. *Ilmu Tanah, Dasar-dasar dan Pengelolan Edisi 1*. Jakarta: Prenadamedia Group

Waris A., Hasanuddin I., Burhanuddin B (2009). Pengaruh Jarak dan Konstruksi Sumur Gali Terhadap Kualitas Kimia Air di Sekitar TPA Kabupaten Polewati MAndar. *The Indonesian Journal of Public Health*, 5 (4): 114-119 [Serial Online]
<http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/3646/Media%20Kesehatan%20Masyarakat%20Indonesia%20Volume%205%20No%204%202009.pdf?sequence=1> (2 November 2018)

Widiasputra, L. 2015. Status Mutu Air Gali di Dusun-Dusun Sekitar Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Nggronggo Salatiga (Kajian Berdasarkan Kandungan Logam Berat Pb dan Cu). *Jurnal Penelitian* [Serial Online] <https://jurnal.usu.ac.id> (25 Juli 2018)

WHO. 2016. An Estimated 12.6 Million Deaths Each Year Are Attributable To Unhealthy Environment. [Serial Online]. <http://www.who.int/news-room/detail/15-03-2016-an-estimated-12-6-million-deaths-each-year-are-attributable-to-unhealthy-environments> (10 Mei 2018)

Wibowo P.A., Mukono H.J. (2014). Kandungan Timbal dalam Darah Pasangan Usia Subur di Desa Tebuwung, Kecamatan Dukun, Gresik. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 7 (2): 140-147 [Serial Online] <http://journal.unair.ac.id/download-fullpapers-kesling9f590f7003full.pdf> (23 Juli 2018)

Widowati, *et.al.*, 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: ANDI

Widyatmoko dan Moerdjoko S. 2002. *Menghindari, Mengolah dan Menyingkirkan Sampah*. Jakarta: Abdi Tandur

Lampiran 1. Lembar Persetujuan

LEMBAR PERSETUJUAN
INFORMED CONSENT

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama :
Jenis Kelamin : laki-laki/perempuan
Alamat :
No. Telp :`

Menyatakan bersedia untuk menjadi informan penelitian dari :

Nama : Mega Elang Putri
NIM : 142110101076
Instansi : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember
Judul Skripsi : Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb)
Pada Air Sumur Gali Penduduk Disekitar TPA Ambulu
Kabupaten Jember

Persetujuan ini saya buat secara sukarela dan tanpa paksaan dari pihak manapun. Saya telah diberikan penjelasan dan saya telah diberikan kesempatan untuk menanyakan segala sesuatu mengenai hal-hal yang belum dimengerti dan telah mendapatkan jawaban yang jelas.

Dengan ini saya menyatakan bahwa saya memberikan izin terhadap pengambilan data pada penelitian ini.

Jember,2018

Responden

(.....)

Lampiran 2. Lembar Observasi TPA

LEMBAR OBSERVASI TPA

Hari/Tanggal :

Waktu Observasi :

Operasional <i>Open Dumping</i>	Kriteria	Keterangan
Pengumpulan sampah ke TPA oleh truck dan gerobak pengangkut	<input type="checkbox"/> 06.00-09.00 <input type="checkbox"/> 10.00-13.00 <input type="checkbox"/> 14.00-17.00 <input type="checkbox"/> Lainnya...	
Penggunaan fasilitas	<input type="checkbox"/> Hanya menerima sampah perkotaan <input type="checkbox"/> Tidak menimbun bahan berbahaya dan beracun <input type="checkbox"/> Penimbangan truk sampah saat registrasi <input type="checkbox"/> Pencatatan waktu dan jumlah sampah ketika truk masuk <input type="checkbox"/> Lainnya...	
Pembongkaran limbah	<input type="checkbox"/> Sesuai pada tempat penimbunan <input type="checkbox"/> Pengawasan saat penimbunan <input type="checkbox"/> Lainnya...	
Pencatatan	<input type="checkbox"/> Sampah volume/hari <input type="checkbox"/> Kasus kebakaran <input type="checkbox"/> Kecelakaan <input type="checkbox"/> Tumpahan <input type="checkbox"/> Kapasitas truk berlebih <input type="checkbox"/> Lainnya...	
Pengambilan limbah	<input type="checkbox"/> Penyisihan limbah B3 secara khusus <input type="checkbox"/> Tidak ada penyisihan limbah B3	
Pengawasan	<input type="checkbox"/> Prosedur operasional <input type="checkbox"/> Pengawasan rutin <input type="checkbox"/> Tidak ada pengawasan <input type="checkbox"/> Lainnya...	

Penanganan sampah	<input type="checkbox"/> Diletakkan diatas tanah <input type="checkbox"/> Dibakar <input type="checkbox"/> Lainnya...	
Penyebaran dan pemadatan limbah	<input type="checkbox"/> Minimalisasi lahan <input type="checkbox"/> Ketebalan pemadatan 0,6 meter <input type="checkbox"/> Kemiringan pemadatan berkisar 20-30 % dari lereng <input type="checkbox"/> Lainnya...	
Penutupan sampah	<input type="checkbox"/> Penutup dari tanah dengan ketebalan 0,15 meter diatas sampah <input type="checkbox"/> Pemadatan penutup <input type="checkbox"/> Daerah kavling aktif ditutupi 0,3 meter <input type="checkbox"/> Lainnya...	
Waktu penanganan sampah dalam sehari	<input type="checkbox"/> 1 kali <input type="checkbox"/> 2 kali <input type="checkbox"/> Lainnya...	

Lampiran 3. Lembar Wawancara Petugas TPA

LEMBAR WAWANCARA PETUGAS TPA

Hari/Tanggal :

Waktu Wawancara :

Operasional <i>Open Dumping</i>	Kriteria	Keterangan
Kapan waktu pengumpulan sampah ke TPA oleh truck dan gerobak pengangkut ?	<input type="checkbox"/> 06.00-09.00 <input type="checkbox"/> 10.00-13.00 <input type="checkbox"/> 14.00-17.00 <input type="checkbox"/> Lainnya...	
Apakah sampah yang masuk ke TPA sebelum ditimbun ke kavling sebelumnya ditimbang, dicatat waktu dan jumlahnya serta dilakukan pemilihan sampah?	<input type="checkbox"/> Hanya menerima sampah perkotaan <input type="checkbox"/> Tidak menimbun bahan berbahaya dan beracun <input type="checkbox"/> Penimbangan truk sampah saat registrasi <input type="checkbox"/> Pencatatan waktu dan jumlah sampah ketika truk masuk <input type="checkbox"/> Lainnya...	
Apakah pada saat pembongkaran limbah diawasi dan sesuai pada kavling yang disediakan?	<input type="checkbox"/> Sesuai pada tempat penimbunan <input type="checkbox"/> Pengawasan saat penimbunan <input type="checkbox"/> Lainnya...	
Apa saja kegiatan pencatatan yang dilakukan di TPA ?	<input type="checkbox"/> Sampah volume/hari <input type="checkbox"/> Kasus kebakaran <input type="checkbox"/> Kecelakaan <input type="checkbox"/> Tumpahan <input type="checkbox"/> Kapasitas truk berlebih <input type="checkbox"/> Lainnya...	
Apakah ada penyisihan limbah B3 ?	<input type="checkbox"/> Penyisihan limbah B3 secara khusus <input type="checkbox"/> Tidak ada penyisihan limbah B3	
Bagaimana prosedur pengawasan sampah di TPA ?	<input type="checkbox"/> Prosedur operasional <input type="checkbox"/> Pengawasan rutin <input type="checkbox"/> Tidak ada pengawasan <input type="checkbox"/> Lainnya...	

Bagaimana penanganan sampah pada proses pengelolaan <i>open dumping</i> ?	<input type="checkbox"/> Diletakkan diatas tanah <input type="checkbox"/> Dibakar <input type="checkbox"/> Lainnya...	
Berapa pengaturan meminimalisir penggunaan lahan, ketebalaan pemadatan, dan kemiringan pemadatan pada saat ?	<input type="checkbox"/> Minimalisasi lahan <input type="checkbox"/> Ketebalan pemadatan 0,6 meter <input type="checkbox"/> Kemiringan pemadatan berkisar 20-30 % dari lereng <input type="checkbox"/> Lainnya...	
Berapa ketebalan penutup tanah diatas sampah ?	<input type="checkbox"/> Penutup dari tanah dengan ketebalan 0,15 meter diatas sampah <input type="checkbox"/> Pemadatan penutup <input type="checkbox"/> Daerah kavling aktif ditutupi 0,3 meter <input type="checkbox"/> Lainnya...	
Berapa kali penanganan sampah dalam sehari ?	<input type="checkbox"/> 1 kali <input type="checkbox"/> 2 kali <input type="checkbox"/> Lainnya...	

Lampiran 4. Lembar Observasi Sumur

LEMBAR OBSERVASI SUMUR

Pemilik Sumur :

Koordinat Lokasi :

Kedalaman Sumur :

Tanggal Observasi :

Aspek	Kriteria	Point	Total Skor
Konstruksi Sumur			
Dinding	<input type="checkbox"/> Memenuhi syarat >6 cm	2	
	<input type="checkbox"/> Tidak memenuhi syarat <6 cm	1	
	<input type="checkbox"/> Tidak ada	0	
Parapet	<input type="checkbox"/> Memenuhi syarat >70 cm	2	
	<input type="checkbox"/> Tidak memenuhi syarat <70 cm	1	
	<input type="checkbox"/> Tidak ada	0	
Lantai	<input type="checkbox"/> Memenuhi syarat >1 meter	2	
	<input type="checkbox"/> Tidak memenuhi syarat <1 meter	1	
	<input type="checkbox"/> Tidak ada	0	
Drainase	<input type="checkbox"/> Ada	1	
	<input type="checkbox"/> Tidak ada	0	
Tutup sumur	<input type="checkbox"/> Ada	1	
	<input type="checkbox"/> Tidak ada	0	
Pompa	<input type="checkbox"/> Ada	1	
	<input type="checkbox"/> Tidak ada	0	

Lampiran 5. Rekap Hasil Penelitian

No	Pemilik Sumur/Kode	Nomor Peta Sampel	Jarak	Konstruksi Sumur							Tekstur Tanah	Kadar Timbal	Kategori Sumur
				Kedalaman Sumur	Dinding	Parapet	Lantai	Drainase	Tutup sumur	Pompa			
1.	Hadi/2A	2	87,90	12 m	10 m	80 cm	1,5 m	Ada	Ada	T. Ada	0,085	0,009	Memenuhi syarat
2.	Suyono/1A	1	82,60	13 m	5,5 m	60 cm	T. Ada	Ada	Ada	T. Ada	0,085	0,026	Memenuhi syarat
3.	Mardi/3A	3	86,20	11 m	5 m	40 cm	T. Ada	T. Ada	Ada	T. Ada	0,085	0,002	Memenuhi syarat
4.	Mistimah/5A	5	90,80	10 m	5,7 m	45 cm	85 cm	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,085	0,000	Memenuhi syarat
5.	Marni/4A	4	93,95	15 m	5,9 m	52 cm	T. Ada	T. Ada	Ada	T. Ada	0,085	0,000	Memenuhi syarat
6.	Suyati/11A	14	130,100	12 m	3 m	85 cm	1,5 m	Ada	T. Ada	Ada	0,085	0,008	Memenuhi syarat
7.	Suhardi/14A	18	160,125	12 m	12 m	90 cm	75 cm	T. Ada	Ada	T. Ada	0,085	0,004	Memenuhi syarat
8.	Sadi/13A	17	165,200	7 m	5 m	65 cm	T. Ada	Ada	Ada	T. Ada	0,085	0,018	Memenuhi syarat
9.	Dinarto/12A	16	158,950	9 m	4,5 m	67 cm	90 cm	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,085	0,014	Memenuhi syarat
10.	Kris/23A	32	230,350	10 m	8 m	85 cm	1,2 m	Ada	Ada	Ada	0,085	0,012	Memenuhi syarat
11.	Tumirin/24A	33	260,100	10 m	10 m	80 cm	45 cm	Ada	T. Ada	Ada	0,085	0,016	Memenuhi syarat
12.	Bandi/26P	36	264,890	11 m	5 m	38 cm	75 cm	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,085	0,014	Memenuhi syarat
13.	Sujanah/25A	35	250,750	8 m	9 m	72 cm	30 cm	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,085	0,006	Memenuhi syarat
14.	Yatiran/30P	43	275,570	7,5 m	7,5 m	80 cm	1,5 m	Ada	Ada	Ada	0,085	0,000	Memenuhi syarat
15.	Narmi/33P	47	365,820	9 m	9 m	75 cm	1,4 m	Ada	Ada	Ada	0,085	0,002	Memenuhi syarat
16.	Sardi/29P	41	325,910	8 m	5 m	35 cm	T. Ada	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,085	0,000	Memenuhi syarat
17.	Wijiah/32P	46	372,720	10 m	5,4 m	38 cm	87 cm	Ada	T. Ada	T. Ada	0,085	0,008	Memenuhi syarat
18.	Sopiyah/31P	45	378,800	10 m	4 m	42 cm	77 cm	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,085	0,012	Memenuhi syarat
19.	Eni/36P	54	425,665	15 m	9,5 m	80 cm	70 m	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,085	0,000	Memenuhi syarat
20.	Sunarji/34P	52	497,545	14 m	5,8 m	42 cm	T. Ada	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,085	0,016	Memenuhi syarat
21.	Sumaji/35P	53	450,110	12 m	4,8 m	85 cm	60 cm	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,085	0,002	Memenuhi syarat
22.	Misiran/7A	8	85,50	11,5 m	5 m	50 cm	T. Ada	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,070	0,018	Memenuhi syarat
23.	Mariono/9A	12	87,90	12 m	5,7 m	T. Ada	80 cm	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,070	0,002	Memenuhi syarat

24.	Hayati/8A	10	95,00	10 m	6,5 m	76 cm	1,7 m	Ada	Ada	Ada	0,070	0,006	Memenuhi syarat
25.	Mariadi/6A	7	94,90	7 m	4,5 m	72 cm	90 cm	Ada	T. Ada	T. Ada	0,070	0,000	Memenuhi syarat
26.	Siswo/17A	24	110,230	11 m	6 m	80 cm	1,7 m	Ada	Ada	Ada	0,070	0,008	Memenuhi syarat
27.	Wiji/19A	26	127,450	7 m	4,5 m	40 cm	95 cm	T. Ada	T. Ada	Ada	0,070	0,002	Memenuhi syarat
28.	Suder/15A	21	140,125	9 m	5 m	68 cm	30 cm	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,070	0,000	Memenuhi syarat
29.	Suciyati/16A	23	187,230	10 m	5,7 m	90 cm	T. Ada	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,070	0,000	Memenuhi syarat
30.	Katman/18A	25	181,400	11 m	7 m	67 cm	T. Ada	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,070	0,006	Memenuhi syarat
31.	Rutini/20A	27	185,450	12 m	5,7 m	87 cm	1,7 cm	Ada	Ada	Ada	0,070	0,018	Memenuhi syarat
32.	Suharti/27P	39	290,125	12 m	5,3 m	T. Ada	45 cm	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,070	0,008	Memenuhi syarat
33.	Priyo/28P	40	310,230	10 m	5,5 m	58 cm	40 cm	Ada	T. Ada	T. Ada	0,070	0,000	Memenuhi syarat
34.	Sumi/10A	13	88,80	9 m	5,8 m	65 cm	T. Ada	Ada	T. Ada	T. Ada	0,089	0,002	Memenuhi syarat
35.	Rohman/21A	29	180,300	9 m	5,9 m	68 cm	92 cm	T. Ada	T. Ada	T. Ada	0,089	0,004	Memenuhi syarat
36.	Gisan/22A	30	185,560	14 m	5 m	T. Ada	38 cm	T. Ada	Ada	T. Ada	0,089	0,026	Memenuhi syarat



Lampiran 6. Hasil Analisis Data

Hasil Analisis Data

1. Hubungan antara jarak sumur gali dengan kandungan timbal (Pb) disekitar TPA Ambulu

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
JarakSumur	.182	36	.004	.891	36	.002
Timbal_Permenkes	.252	36	.000	.774	36	.000

a. Lilliefors Significance Correction

- ★ Jumlah sampel yang dilakukan sebanyak 36 sehingga menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk yang menunjukkan $p < 0,05$ yang bermakna data tidak berdistribusi normal. Uji korelasi menggunakan Spearman (r_s) yang tertera dibawah ini :

Correlations

		JarakSumur	Timbal_Permenkes
Spearman's rho	Correlation Coefficient	1.000	-.353*
	JarakSumur		
	Sig. (2-tailed)	.	.035
	N	36	36
	Correlation Coefficient	-.353*	1.000
	Timbal_Permenkes		
	Sig. (2-tailed)	.035	.
	N	36	36

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

2. Hubungan antara tekstur tanah dengan kandungan timbal (Pb) disekitar TPA Ambulu

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TeksturTanah	.400	36	.000	.677	36	.000
Timbal_Permenkes	.252	36	.000	.774	36	.000

a. Lilliefors Significance Correction

- ★ Jumlah sampel yang dilakukan sebanyak 36 sehingga menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk yang menunjukkan $p < 0,05$ yang bermakna data tidak berdistribusi normal. Uji korelasi menggunakan Spearman (r_s) yang tertera dibawah ini :

Correlations

		TeksturTanah	Timbal_Permenkes
Spearman's rho	TeksturTanah	Correlation Coefficient	1.000
		Sig. (2-tailed)	.322
		N	36
Spearman's rho	Timbal_Permenkes	Correlation Coefficient	.170
		Sig. (2-tailed)	.322
		N	36

3. Uji beda mean konstruksi sumur dengan kandungan timbal (Pb) disekitar TPA Ambulu

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Timbal_Permenkes	.252	36	.000	.774	36	.000

a. Lilliefors Significance Correction

- ☆ Jumlah sampel sebanyak 36 sehingga menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk yang menunjukkan $p < 0,05$ yang bermakna data tidak berdistribusi normal. Uji korelasi menggunakan Chi-square yang tertera dibawah ini :

	Observed N	Expected N	Residual
Tidak Memenuhi	30	18.0	12.0
Memenuhi	6	18.0	-12.0
Total	36		

	Observed N	Expected N	Residual
.000	9	3.3	5.7
.002	6	3.3	2.7
.004	2	3.3	-1.3
.006	3	3.3	-.3
.008	4	3.3	.7
.009	1	3.3	-2.3
.012	2	3.3	-1.3
.014	2	3.3	-1.3
.016	2	3.3	-1.3
.018	3	3.3	-.3
.026	2	3.3	-1.3
Total	36		

Test Statistics

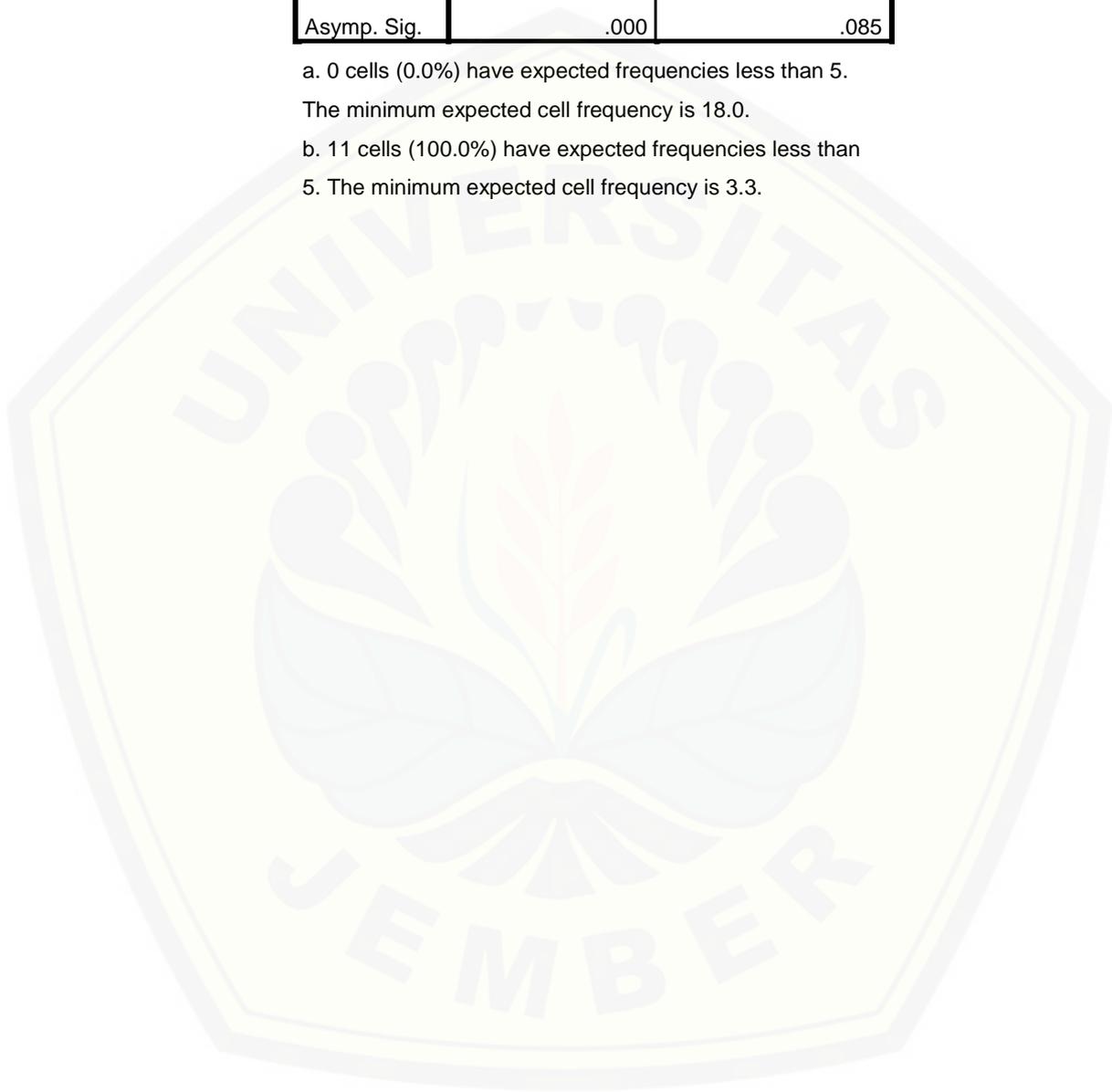
	KonstruksiSumur	Timbal_Permenkes
Chi-Square	16.000 ^a	16.556 ^b
df	1	10
Asymp. Sig.	.000	.085

a. 0 cells (0.0%) have expected frequencies less than 5.

The minimum expected cell frequency is 18.0.

b. 11 cells (100.0%) have expected frequencies less than

5. The minimum expected cell frequency is 3.3.



Lampiran 7. Hasil Uji Timbal di Laboratorium BBLK Surabaya



KEMENTERIAN KESEHATAN RI
 DIREKTORAT JENDERAL PELAYANAN KESEHATAN
 BALAI BESAR LABORATORIUM KESEHATAN SURABAYA
 Jalan Karangmenjangan No. 18 Surabaya - 60286
 Telepon Pelayanan : (031) 5020306, TU : (031) 5021451; Faksimili : (031) 5020388
 Website : bblksurabaya.com ; Surat elektronik : bblksub@yahoo.co.id

HASIL ANALISA KIMIA

Nomer : 046 / Bhn / VII / 2018
 Jenis bahan : Air Sumur Gali
 Dikirim oleh : MEGA ELANG PUTRI
 Alamat : MAHASISWA FAKULTA KESEHATAN MASYARAKAT
 UNIVERSITAS JEMBER
 Diambil oleh : Yang bersangkutan
 Diterima di BBLK tgl : 13 Juli 2018

No	KODE BAHAN	TIMBAL (Pb) ppm	No	KODE BAHAN	TIMBAL (Pd) ppm
1	1A	0,026	19	19A	0,002
2	2A	0,009	20	20A	0,018
3	3A	0,002	21	21A	0,004
4	4A	0,000	22	22A	0,026
5	5A	0,000	23	23A	0,012
6	6A	0,000	24	24A	0,016
7	7A	0,018	25	25A	0,006
8	8A	0,006	26	26P	0,014
9	9A	0,002	27	27P	0,008
10	10A	0,002	28	28P	0,000
11	11A	0,008	29	29P	0,000
12	12A	0,014	30	30P	0,000
13	13A	0,018	31	31P	0,012
14	14A	0,004	32	32P	0,008
15	15A	0,000	33	33P	0,002
16	16A	0,000	34	34P	0,016
17	17A	0,008	35	35P	0,002
18	18A	0,006	36	36P	0,000

PERHATIAN :
 -Hasil pemeriksaan ini hanya berlaku untuk contoh tersebut diatas
 -Hasil ini tidak boleh dipergunakan untuk keperluan iklan/reklame

23 Juli 2018
 Manajer Mutu
 LABORATORIUM KESEHATAN
 SURABAYA
 Dwi Endah Puspitasari, S.Si, Apt
 NIP. 19730425 199903 2 001



Lampiran 8. Hasil Uji Tekstur Tanah di Laboratorium Fakultas Teknik

1. Hasil Pengukuran Tekstur Tanah Bagian Utara



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 Jalan Kalimantan 37 - JEMBER 68111 Telp. (0331) 484977

SIEVE ANALYSIS
(SNI 03 - 1968 1990)

PROJECT : Mega Elang Putri

DATE : Juli 2018

LOCATION : Soil in TPA Ambulu

TESTED BY : HSN

DEPTH :

BE EXAMINED : FRD

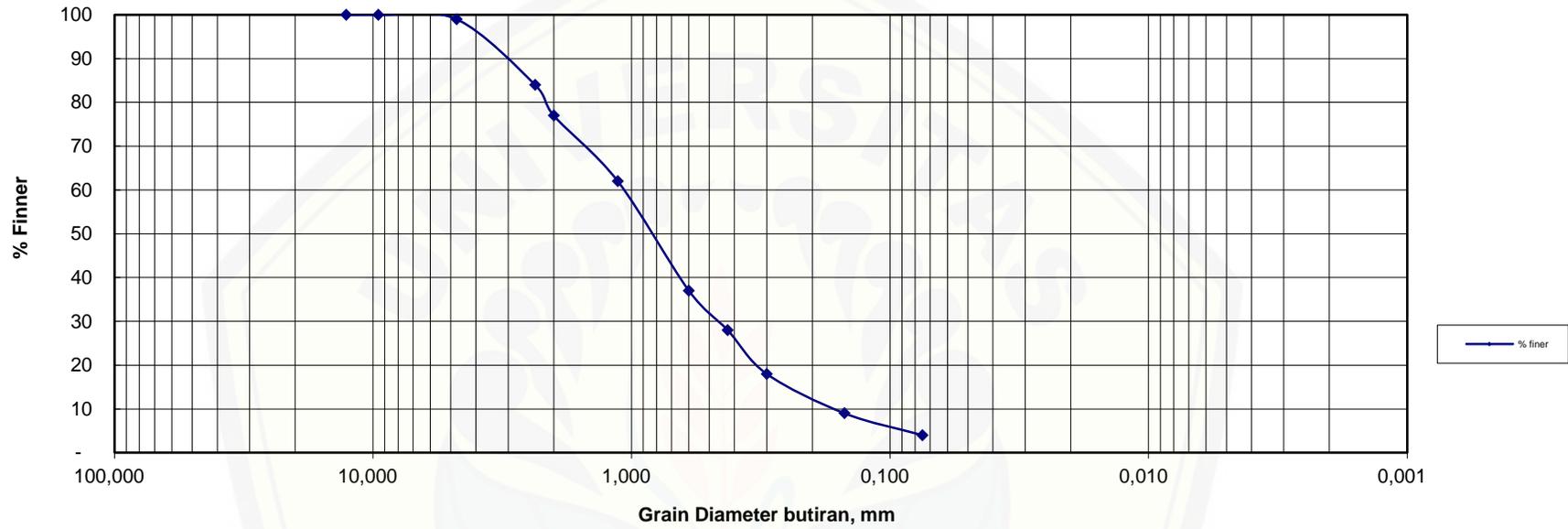
Bor :

SIEVE NO.	SIEVE OPENING (mm)	WT. SIEVE (gr)	WT. SIEVE + SOIL (gr)	WT. SOIL RETAINED (gr)	PERCENT RETAINED	CUMULATIVE PERCENT RETAINED	PERCENT FINER
3/4		605.00	605.00	-	-	-	100.000
1/2"	12.700	585.00	585.00	-	-	-	100.000
3/8"	9.525	420.00	420.00	-	-	-	100.000
4	4.750	480.00	485.00	5.00	1.000	1.000	99.000

Digital Repository Universitas Jember

8	2.360	435.00	510.00	75.00	15.000	16.000	84.000
10	2.000	435.00	470.00	35.00	7.000	23.000	77.000
16	1.130	425.00	500.00	75.00	15.000	38.000	62.000
30	0.600	420.00	545.00	125.00	25.000	63.000	37.000
40	0.425	415.00	460.00	45.00	9.000	72.000	28.000
50	0.300	415.00	465.00	50.00	10.000	82.000	18.000
100	0.150	400.00	445.00	45.00	9.000	91.000	9.000
200	0.075	325.00	350.00	25.00	5.000	96.000	4.000
pan	0.000	455.00	475.00	20.00	4.000	100.000	-
S U M				500.000	100.000		

Grain Size Distribution Soil in North



Coarse Agregat	Coarse Sand	Fine Sand	Silt	Clay
		Soil Binder		

Grain
Diameter

- D 90	=	3.3	mm	12.3
- D 65	=	0.81	mm	1.11
- D 50	=	0.65	mm	0.81
- D Mean	=	1.59	mm	

Discription of
Soil

			d60	1.2	
			d30	0.45	
Coarse Aggr	=	19.00	%	d10	0.18
Coarse Sand	=	34.00	%	cu	6.666667
Fine Sand	=	37.00	%	cc	2.083333
Silt	=				
Clay	=			90.00	
Pan	=		mm	0,085	

2. Hasil Pengukuran Tekstur Tanah di Bagian Timur



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Kalimantan 37 - JEMBER 68111 Telp. (0331) 484977

SIEVE ANALYSIS (SNI 03 - 1968 1990)

PROJECT : Mega Elang Putri
LOCATION : Soil in TPA Ambulu
DEPTH :
Bor :

DATE : Juli 2018
TESTED BY : HSN
BE EXAMINED : FRD

SIEVE NO.	SIEVE OPENING (mm)	WT. SIEVE (gr)	WT. SIEVE + SOIL (gr)	WT. SOIL RETAINED (gr)	PERCENT RETAINED	CUMULATIVE PERCENT RETAINED	PERCENT FINER
3/4		605.00	605.00	-	-	-	100.000
1/2"	12.700	585.00	585.00	-	-	-	100.000
3/8"	9.525	420.00	420.00	-	-	-	100.000
4	4.750	480.00	480.00	-	-	-	100.000
8	2.360	435.00	460.00	25.00	5.051	5.051	94.949
10	2.000	435.00	450.00	15.00	3.030	8.081	91.919
16	1.130	425.00	470.00	45.00	9.091	17.172	82.828

Digital Repository Universitas Jember

30	0.600	420.00	530.00	110.00	22.222	39.394	60.606
40	0.425	415.00	475.00	60.00	12.121	51.515	48.485
50	0.300	415.00	495.00	80.00	16.162	67.677	32.323
100	0.150	400.00	485.00	85.00	17.172	84.848	15.152
200	0.075	325.00	375.00	50.00	10.101	94.949	5.051
pan	0.000	455.00	480.00	25.00	5.051	100.000	-
S U M				495.000	100.000		



Grain Size Distribution Soil in East



Coarse Agregat	Coarse Sand	Fine Sand	Silt	Clay
		Soil Binder		

Grain
Diameter

- D 90	=	3.3	mm	12.3
- D 65	=	0.81	mm	1.11
- D 50	=	0.65	mm	0.81
- D Mean	=	1.59	mm	

Discription of
Soil

			d60	0.6	
			d30	0.29	
Coarse Aggr	=	19.00	%	d10	0.11
Coarse Sand	=	34.00	%	cu	5.454545
Fine Sand	=	37.00	%	cc	4.393939
Silt	=				
Clay	=			90.00	
Pan	=		mm	0,070	

3. Hasil Pengukuran Tekstur Tanah di Bagian Selatan



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 Jalan Kalimantan 37 - JEMBER 68111 Telp. (0331) 484977

SIEVE ANALYSIS (SNI 03 - 1968 1990)

PROJECT : Mega Elang Putri
 LOCATION : Soil in TPA Ambulu
 DEPTH :
 Bor :

DATE : Juli 2017
 TESTED BY : HSN
 BE EXAMINED : FRD

SIEVE NO.	SIEVE OPENING (mm)	WT. SIEVE (gr)	WT. SIEVE + SOIL (gr)	WT. SOIL RETAINED (gr)	PERCENT RETAINED	CUMULATIVE PERCENT RETAINED	PERCENT FINER
3/4		605.00	605.00	-	-	-	100.000
1/2"	12.700	585.00	585.00	-	-	-	100.000
3/8"	9.525	420.00	420.00	-	-	-	100.000
4	4.750	480.00	485.00	5.00	1.002	1.002	98.998
8	2.360	435.00	480.00	45.00	9.018	10.020	89.980
10	2.000	435.00	460.00	25.00	5.010	15.030	84.970
16	1.130	425.00	485.00	60.00	12.024	27.054	72.946

Digital Repository Universitas Jember

30	0.600	420.00	563.00	143.00	28.657	55.711	44.289
40	0.425	415.00	475.00	60.00	12.024	67.735	32.265
50	0.300	415.00	486.00	71.00	14.228	81.964	18.036
100	0.150	400.00	450.00	50.00	10.020	91.984	8.016
200	0.075	325.00	350.00	25.00	5.010	96.994	3.006
pan	0.000	455.00	470.00	15.00	3.006	100.000	-
S U M				499.000	100.000		



Grain Size Distribution Soil in South



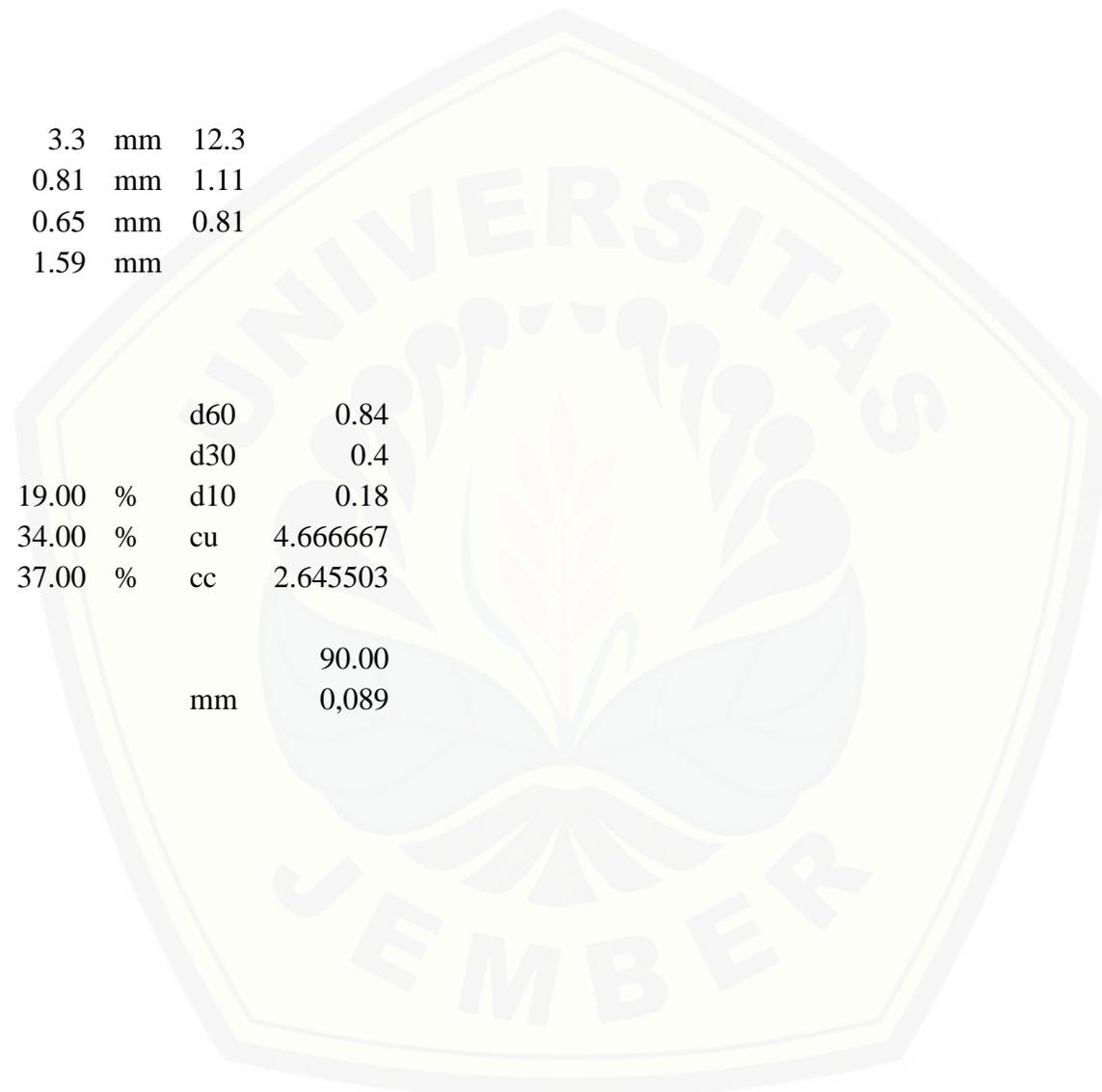
Coarse Agregat	Coarse Sand	Fine Sand	Silt	Clay
		Soil Binder		

Grain Diameter

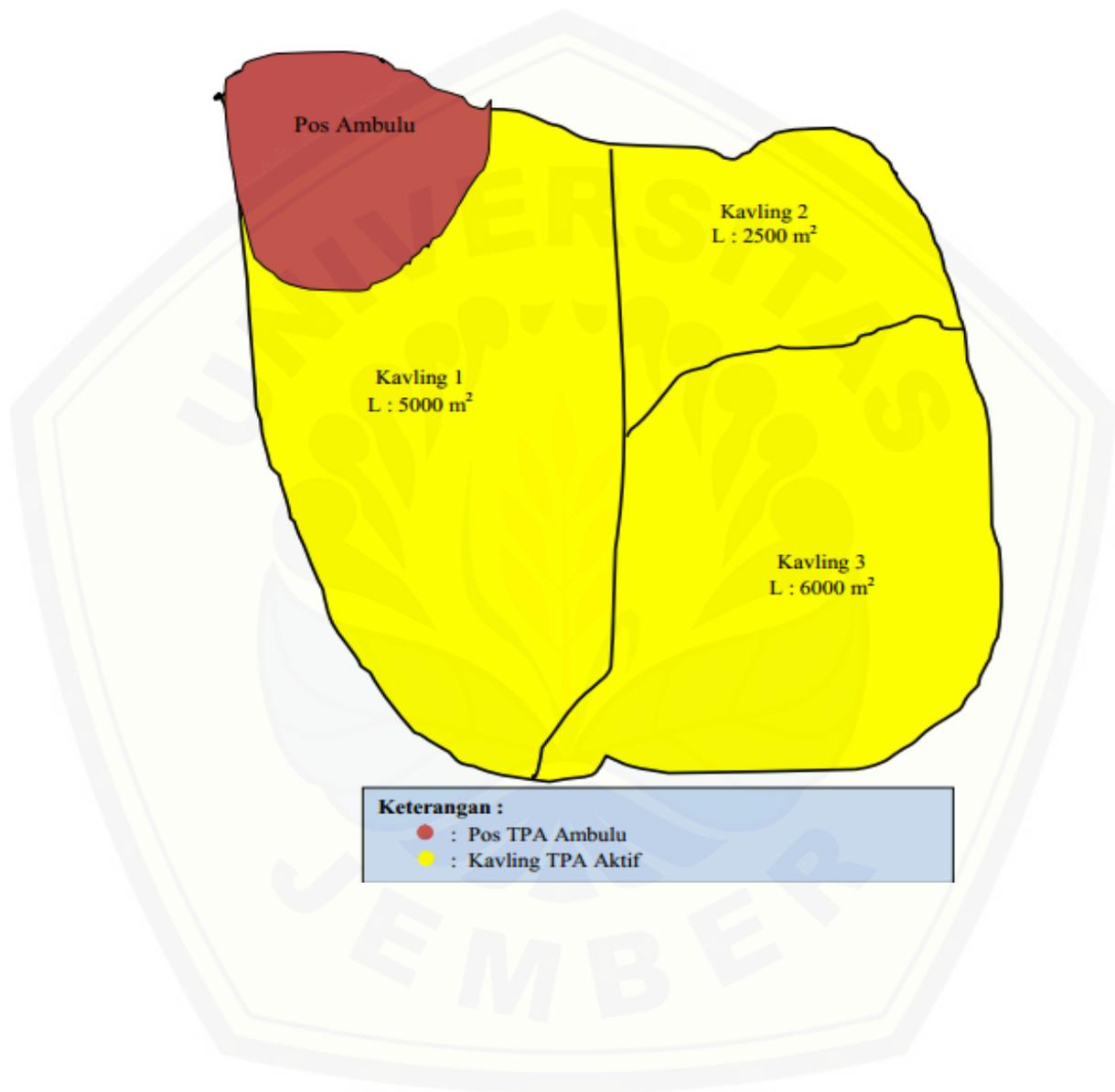
- D 90	=	3.3 mm	12.3
- D 65	=	0.81 mm	1.11
- D 50	=	0.65 mm	0.81
- D Mean	=	1.59 mm	

Discription of Soil

		d60	0.84
		d30	0.4
Coarse Aggr	=	19.00 %	d10 0.18
Coarse Sand	=	34.00 %	cu 4.666667
Fine Sand	=	37.00 %	cc 2.645503
Silt	=		
Clay	=		90.00
Pan	=	mm	0,089



Lampiran 8. Denah TPA Ambulu



Lampiran 9. Hasil Perhitungan Komposisi Sampah

Kegiatan pengukuran dilakukan selama 8 hari mulai tanggal 10 – 17 Juli 2018 pukul 07.00 – selesai, berikut tahap persiapan dan tahapan pelaksanaan:

f. Alat

Timbangan/neraca jarum berskala dengan ukuran 0-15 kg, sekop, sarung tangan, masker, wadah pengumpul sampah berupa kotak berukuran 20 cm x 20 cm x 100 cm (volume 40 liter)

g. Bahan

Sampah yang diambil jenis sampah organik dan anorganik

h. Tahap Pengukuran

1. Mengambil sampah secara acak dengan menggunakan sekop
2. Menimbang sampah untuk mengetahui berat total sampah
3. Memilah contoh berdasarkan komponen komposisi sampah dengan menggunakan sarung tangan dan masker
4. Menimbang sampah berdasarkan komponen komposisi sampah dengan menggunakan neraca jarum berskala
5. Mencatat berat sampah berdasarkan komponen komposisi sampah
6. Menghitung komponen komposisi sampah sampah (dalam %), dengan rumus :

$$\text{Sampah X (dalam \%)} = \frac{\text{Berat X (kg)}}{\text{Berat total sampah}} \times 100\%$$

7. Mencatat presentase komponen komposisi sampah

Rekap Hasil Perhitungan Berat Sampah dan Komposisi Sampah

Hari-ke	Berat total (kg)	Komposisi Timbulan Sampah															
		Organik		Anorganik													
				Kertas		Plastik		Logam		Alumunium		Kaca		Besi		Lain-lain	
		kg	%	Kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
1	45	10	22,2	3,6	8	6	13,3	2,4	5,3	12	26,7	2	4,4	4	8,9	5	11,1
2	42	8	19	4	9,5	8	19	1	2,4	10	23,8	1	2,4	4	9,5	6	14,3
3	45,7	11	24	3	6,6	7,5	16,4	4,2	9,2	8	17,5	4	8,8	6	13,1	2	4,4
4	38	7,5	19,7	6	15,8	7	18,4	1	2,6	4	10,5	3	7,9	5	13,2	4,5	11,8
5	39,5	8,5	21,5	7	17,7	3,5	8,9	1	2,5	7	17,7	3,5	8,9	4	10,1	5	12,7
6	44,1	9	20,4	6,6	15	4	9	4	9	11	25	4,5	10,2	2	4,5	3	6,8
7	44	10	22,8	8	18,2	5	11,4	3	6,8	10,5	23,9	1	2,3	2,5	5,7	4	9,1
8	43,2	6	13,9	5	11,6	8,2	19	5	11,6	9	20,8	1,5	3,5	7	16,2	1,5	3,5
Jumlah	341,5	70	163,5	43,2	102,4	49,2	115,4	21,6	49,4	71,5	165,9	10,5	48,4	34,5	81,2	31	73,7
Rata-rata	42,9	8,75	20,4	5,4	12,8	6,15	14,4	2,7	6,2	8,94	20,7	1,31	5,1	4,31	10,2	3,87	9,2

Lampiran 10. Surat Perizinan

a. Permohonan Izin Penelitian Tekstur Tanah



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kaltaman 37 Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121
Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995

Laman : www.fkm.unj.ac.id

Nomor : 2825 / UN25.1.12 / SP / 2018

29 JUN 2018

Lampiran : Satu bendel

Hal : Permohonan Ijin Penelitian

Yth. Kepala Laboratorium Geologi dan Mekanika Tanah
Fakultas Teknik
Universitas Jember

Dalam rangka menyelesaikan penyusunan skripsi mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, maka kami mohon dengan hormat ijin bagi mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini, untuk melaksanakan penelitian :

Nama : Mega Elang Putri
NIM : 142110101076
Judul penelitian : Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Sumur Gali Penduduk Di sekitar TPA Ambulu Kabupaten Jember
Tempat penelitian : Laboratorium Geologi dan Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Jember
Lama penelitian : Juli – September 2018

Sebagai bahan pertimbangan bersama ini kami lampirkan proposal penelitian.
Atas perhatian dan perkenannya kami sampaikan terima kasih.



Wakil Dekan
Bidang Akademik,
Parida Wahyu Ningtyias, M.Kes.
NIP 198018092005012002

b. Permohonan Izin Penelitian Logam Berat Timbal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jalan Kalimatan 37 Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121
Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995
Laman : www.fkm.unej.ac.id

Nomor : 270 /UN25.1.12 / SP / 2018

10 JUL 2018

Lampiran : Satu bendel

Hal : Permohonan Ijin Penelitian

Yth. Kepala Balai Besar
Laboratorium Kesehatan Surabaya
Kota Surabaya

Dalam rangka menyelesaikan penyusunan skripsi mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, maka kami mohon dengan hormat ijin bagi mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini, untuk melaksanakan penelitian :

Nama : Mega Elang Putri
NIM : 142110101076
Judul penelitian : Analisis Pencemaran Logam Berat (Pb) Pada air Sumur Gali Penduduk Disekitar TPA Ambulu Kabupaten Jember
Tempat penelitian : Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya
Lama penelitian : Juli – September 2018

Sebagai bahan pertimbangan bersama ini kami lampirkan proposal penelitian
Atas perhatian dan perkenannya kami sampaikan terima kasih.



Dr. Farida Wahyu Ningtyias, M.Kes.
NIP 198010092005012002

c. Permohonan Izin Penelitian ke TPA Ambulu



PEMERINTAH DAERAH KABUPATEN JEMBER
BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK
Jalan Letjen S Parman No. 89 ■ 337853 Jember

Kepada
Yth. Sdr. Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kab. Jember
di -
JEMBER

SURAT REKOMENDASI
Nomor : 072/1528/415/2018

Tentang
PENELITIAN

Dasar : 1. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 64 tahun 2011 tentang Pedoman Penerbitan Rekomendasi penelitian sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Dalam Negeri nomor 7 Tahun 2014 Tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 64 Tahun 2011;
2. Peraturan Bupati Jember No. 46 Tahun 2014 tentang Pedoman Penerbitan Surat Rekomendasi Penelitian Kabupaten Jember

Memperhatikan : Surat Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember tanggal 30 April 2018 Nomor : 2032/UN25.1.12/SP/2018 perihal Penelitian

MEREKOMENDASIKAN

Nama / NIM. : Mega Elang Putri / 142110101076
Instansi : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember
Alamat : Jl. Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto Jember
Keperluan : Mengadakan Penelitian untuk penyusunan skripsi dengan judul : "Analisis Pencemaran Kandungan Logam Berat Pb Pada Air Sumur Gali Penduduk Disekitar TPA Ambulu (Studi di Dusun Langon Desa Ambulu Kecamatan Ambulu Kab. Jember)"
Lokasi : Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember
Waktu Kegiatan : Juni s/d Agustus 2018

Apabila tidak bertentangan dengan kewenangan dan ketentuan yang berlaku, diharapkan Saudara memberi bantuan tempat dan atau data seperlunya untuk kegiatan dimaksud

1. Kegiatan dimaksud benar-benar untuk kepentingan Pendidikan
2. Tidak dibenarkan melakukan aktivitas politik
3. Apabila situasi dan kondisi wilayah tidak memungkinkan akan dilakukan penghentian kegiatan.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Ditetapkan di : Jember
Tanggal : 31-05-2018
An. KEPALA BAKESBANG DAN POLITIK
KABUPATEN JEMBER
Kabd. Kajian Strategis dan Politik


AHMAD RASHEDE F. SOS
NIP. 19680821199602 1001

Tembusan :
Yth. Sdr. : 1. Dekan FKM Universitas Jember;
2. Yang Bersangkutan.

d. Permohonan Izin Penelitian ke Kecamatan Ambulu

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121 Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995 Laman : www.fkm.unej.ac.id	
Nomor	: 2970 / UN25.1.12 / SP / 2018	10 JUL 2018
Lampiran	: Satu bendel	
Hal	: Permohonan Ijin Penelitian	
Yth. Camat	Kecamatan Ambulu Kabupaten Jember	
Dalam rangka menyelesaikan penyusunan skripsi mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, maka kami mohon dengan hormat ijin bagi mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini, untuk melaksanakan penelitian :		
Nama	: Mega Elang Putri	
NIM	: 142110101076	
Judul penelitian	: Analisis Pencemaran Logam Berat (Pb) Pada air Sumur Gali Penduduk Disekitar TPA Ambulu Kabupaten Jember	
Tempat penelitian	: Kantor Kecamatan Ambulu Kabupaten Jember	
Lama penelitian	: Juli – September 2018	
Sebagai bahan pertimbangan bersama ini kami lampirkan proposal penelitian. Atas perhatian dan perkenannya kami sampaikan terima kasih.		
		 Wakil Dekan Bidang Akademik, Parida Wahyu Ningtyias, M.Kes. NIP 198010092005012002

Lampiran 11. Dokumentasi



Gambar 1. Wawancara Petugas TPA



Gambar 2. Pembongkaran Sampah



Gambar 3. Kavling yang Sudah di Tutup Tanah



Gambar 4. Penggalian Tanah



Gambar 5. Pengurugan Sampah



Gambar 6. Pembakaran Sampah



Gambar 7. Pengambilan Sampel Air



Gambar 8. Pengawetan Air dg HNO_3



Gambar 9. Pengukuran Kedalaman Sumur



Gambar 10. Pengukuran Parapet



Gambar 11. Pengukuran Lantai sumur



Gambar 12. Pengukuran Dinding sumur



Gambar 13. Dinding Sumur yang Memenuhi Persyaratan



Gambar 14. Lantai Sumur yang Memenuhi Persyaratan



Gambar 15. Parapet yang Memenuhi Persyaratan



Gambar 16. Drainase yang Memenuhi Persyaratan



Gambar 17. Tutup Sumur yang Memenuhi Peryaratan



Gambar 18. Pompa yang Memenuhi Peryaratan



Gambar 19. Pengambilan Sampel Tanah



Gambar 20. Papan Nama TPA Ambulu



Gambar 21. Pemilahan Sampah Anorganik



Gambar 22. Menimbang Sampah



Gambar 23. Alat untuk mengukur berat sampah



Gambar 24. Pemilahan Sampah Organik