

TA/TL/2017/0754

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SEBARAN LOGAM BERAT
BERDASARKAN POLA ALIRAN AIR TANAH DI TPA
GUNUNG TUGEL KABUPATEN BANYUMAS**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



Disusun Oleh :

Tegar Ramadiansyah

13513072

**PROGAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2017

TUGAS AKHIR
ANALISIS SEBARAN LOGAM BERAT BERDASARKAN POLA ALIRAN
AIRTANAH DI TPA GUNUNG TUGEL KABUPATEN BANYUMAS
Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Disetujui,

Dosen Pembimbing:

Pembimbing 1,

(Dr. Ir. Kasam, M.T.)

Tanggal: 6/10/2017

Pembimbing 2,

(Dhandhun Wacana, S.Si., M.Sc.)

Tanggal: 6/10/2017

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII

(Hudori, S.T., M.T.)

Tanggal: 9/10/2017

TUGAS AKHIR
ANALYSIS OF HEAVY METAL BASED ON GROUNDWATER FLOW IN
LANDFILL GUNUNG TUGEL, BANYUMAS DISTRICT

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Disetujui,

Dosen Pembimbing:

Pembimbing 1,

(Dr. Ir. Kasam, M.T.)

Tanggal: 6/10/2017

Pembimbing 2,

(Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc.)

Tanggal: 6/10/2017

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII

(Hudori, S.T., M.T.)
Tanggal: 9/10/2017



LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS SEBARAN LOGAM BERAT BERDASARKAN POLA ALIRAN
AIRTANAH DI TPA GUNUNG TUGEL KABUPATEN BANYUMAS
Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Dosen Penguji I,

Dr. Ir. Kasam, M.T

Tanggal: 6/10/2017

Dosen Penguji II,

Dr. Suphia Rahmawati S.T., M.T

Tanggal: 9/10/2017

Dosen Penguji III,

Ania Asmarany R., S.Si., M.Si

Tanggal: 6/10/2017

LEMBAR PENGESAHAN
ANALYSIS OF HEAVY METAL BASED ON GROUNDWATER FLOW IN
LANDFILL GUNUNG TUGEL, BANYUMAS DISTRICT

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Disetujui,

Dosen Pembimbing:

Dosen Penguji I,

Dr. Ir. Kasam, M.T

Tanggal: 6/10/2017

Dosen Penguji II,

Dr. Suphia Rahmawati S.T., M.T

Tanggal: 9/10/2017

Dosen Penguji III,

Anja Asmarany R., S.Si., M.Si.

Tanggal: 6/10/2017

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 17 Agustus 2017

Yang membuat pernyataan,


TEGAR RAMADIANSYAH

NIM : 13 513 072

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya penulis telah diberi kemampuan untuk menyelesaikan penulisan Laporan Tugas Akhir tentang **ANALISIS SEBARAN LOGAM BERAT BERDASARKAN POLA ALIRAN AIRTANAH DI TPA GUNUNG TUGEL BANYUMAS.**

Penyusunan proposal ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik bagi Mahasiswa Program S1 Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan proposal ini penulis banyak mendapatkan semangat, dukungan, dorongan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini perkenankan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

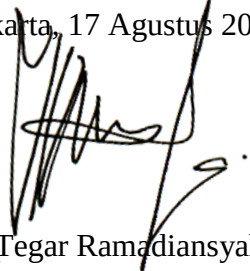
1. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan UII, Bapak Hudori S.T., M.T.
2. Koordinator Tugas Akhir, Bapak Supriyanto, S.T., M.Sc., M.Eng
3. Pembimbing Tugas Akhir, Dr.Ir. Kasam,M.T, Dhandun Wacano.,S.Si., M.Sc, Dr. Suphia Rahmawati S.T., M.T., serta Fajri Mulya Iresha S.T., M.T. yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membantu dan membimbing.
4. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan menyemangati saya karena tanpa nya saya tidak akan sampai pada detik ini.
5. Vika Vijayanthi Apriani Rosa yang selalu memeberikan dukungan.
6. Kawan-kawan lembaga Dewan Permusyawaratan Mahasiswa Universitas Islam Indonesia yang telah menemani saya dalam berdinamika di kampus perjuangan ini.
7. Indra Putra Nugraha selaku Ketua Lembaga Eksekutif Mahasiswa yang selalu mendukung saya dalam apapun kegiatan yang saya laksanakan.

8. Teman – teman kontrakan yang sudah menemani dari semester 3 hingga selesai yaitu Dio Prananda, Taufik Hidayat Nugraha Anwar, dan Faisal Arsyad.
9. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia khususnya Angkatan 2013 yang telah membantu banyak hal dalam menyelesaikan proposal ini.
10. Pihak-pihak terkait yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal ini masih banyak terdapat berbagai kekurangan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi menyempurnakan proposal ini. Penulis berharap semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya dan dapat ditindak lanjuti dengan pengimplementasian saran.

Wassalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 17 Agustus 2017



Tegar Ramadiansyah

ABSTRACT

Gunung Tugel Landfill in Banyumas District is one of the final processing sites using Open Dumping method where the landfill location with community settlement is very close even though it is not operational. The purpose of this research is to know the distribution of heavy metals and heavy metal content around the Tugel Landfill in Banyumas Regency. This research method is done through 6 stages: (1) Survey of groundwater source location in residential area; (2) record coordinate points on groundwater sources; (3) Groundwater sampling at the community wells; (4) Identify groundwater flow patterns using IDW method; (5) Identify the level of heavy metal content using Atomic Absorption Spectrophotometry, (6) Analyze the potential of groundwater pollution based on groundwater flow pattern and heavy metal content. And the results obtained by considering the direction of groundwater flow and the tendency of heavy metals in each sample concluded that the height of heavy metals in the sample is caused by the Landfill operation but only for heavy metals Zn, Pb, and Mn. This is reinforced due to water permeability in rock types sand in one year more than 1 km while the distance sampling to the farthest landfill only 1 km and Gunung Tugel Landfill was established in 1983. For the Cu content exceeds the quality standard due to rocky. The material element that influences it is the type of limestone.

Keywords: Landfill, Heavy Metal, Groundwater Flow, Groundwater.

ABSTRAK

TPA Gunung Tugel di Kabupaten Banyumas adalah salah satu tempat pemrosesan akhir yang menggunakan metode Open Dumping dimana letak TPA dengan pemukiman masyarakat sangat dekat walaupun saat ini sudah tidak beroperasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran logam berat dan konsentrasi logam berat disekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas. Metode penelitian ini dilakukan melalui 6 tahap : (1) Survei lokasi sumber airtanah; (2) mencatat titik koordinat pada sumber airtanah; (3) Pengambilan sampel airtanah; (4) Mengidentifikasi pola aliran airtanah dengan menggunakan metode IDW; (5) Mengidentifikasi tingkat konsentrasi logam berat menggunakan Atomic Absorbsion Spektrophotometri; (6) Menganalisis potensi pencemaran airtanah berdasarkan pola aliran airtanah dan konsentrasi logam berat. Logam berat yang di analisis yaitu Cr, Cu, Cd, Pb, Mn, Zn, Fe. Adapun konsentrasi rata-rata dari masing-masing logam berat adalah Cr 0,007 mg/l, Cu 0,058 mg/l, Cd 0,004, Pb 0,172 mg/l, Mn 0,051 mg/l, Zn 0,211 mg/l, dan Fe 0,055 mg/l. Dan hasil yang didapat dengan mempertimbangkan arah aliran airtanah dan kecenderungan logam berat yang berada pada masing masing sampel disimpulkan bahwa tinggi nya logam berat pada sampel disebabkan oleh pengoperasian TPA akan tetapi hanya untuk logam berat Zn, Pb, dan Mn, hal ini diperkuat karena permeabilitas air pada jenis batu pasir dalam satu tahun lebih dari 1 km sedangkan jarak titik sampling ke TPA terjauh hanya 1 km dan TPA Gunung Tugel sudah didirikan pada 1983. Untuk konsentrasi Cu melebihi baku mutu dikarenakan unsur material batuan tanah yang mempengaruhi hal tersebut yaitu jenis batuan gamping.

Kata Kunci : TPA , Logam Berat, Aliran Airtanah, Airtanah.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vi
ABSTRACT.....	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Karakteristik Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)	5
2.2 Jenis, Gerakan, dan Kualitas Airtanah	6
2.2.1 Jenis Airtanah.....	6
2.2.2 Gerakan Airtanah	7
2.2.3 Kualitas Airtanah	9
2.3 Logam Berat dan Lindi.....	10
2.4 Analisis Logam Berat	11
2.5 Penelitian Sebelumnya	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Skema Pelaksanaan Penelitian	16
3.2 Metode Penelitian.....	17
3.2.1 Lokasi Penelitian.....	17
3.2.2 Pengumpulan Data	18
3.3 Metode Analisis Data	19
3.3.1 Pemetaan Pola Aliran Airtanah Dengan Metode IDW Untuk Interpolasi Sebaran Logam Berat.	19
3.3.2 Metode Pengukuran Suhu Air dan Konsentrasi TDS	19

3.3.3	Analisi Konsentrasi Logam Berat	20
3.3.3.1	Preparasi Sampel dan Pengujian Logam Berat.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Lokasi Sebaran Sumur Di Sekitar TPA Gunung Tugel.....	21
4.2	Pola Aliran Airtanah Di sekitar TPA Gunung Tugel	23
4.3	Kondisi Airtanah di Wilayah TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas...	25
4.3.1	Parameter Fisik.....	25
4.3.2	Parameter Kimia.....	27
4.4	Analisis Konsentrasi Logam Berat.....	28
4.4.1	Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat Cu	29
4.4.2	Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat Cr	30
4.4.3	Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat Cd	31
4.4.4	Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat Pb`	32
4.4.5	Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat Mn.....	33
4.4.6	Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat Zn.....	34
4.4.7	Hasil Analisis Konsetrasi Logam Berat Fe	35
4.5	Hubungan Airtanah Dengan Konsentrasi Logam Berat	37
4.6	Analisis Konsentrasi Logam Berat Berdasarkan Jenis Material Tanah ..	38
4.7	Analisis Konsentrasi Logam Berat Berdasarkan Daya Serap	38
KESIMPULAN DAN SARAN.....		40
5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Saran	41
DAFTAR PUSTAKA		42
LAMPIRAN.....		45
1.	Daftar Sumur Warga	45
2.	Lembar Data Lapangan	47
3.	Baku Mutu	48
4.	Data Hasil Analisis Logam Berat	51
5.	Citra	55
6.	Dokumentasi.....	56
7.	Tabel Limit Of Detection	58
8.	Hasil Pengujian Konsentrasi Logam Berat Dengan AAS.....	61

DAFTAR NOTASI

TPA = Tempat Pemrosesan Akhir

AAS = *Atomic Absorption Spectrophotometry*

WHO = *World Health Organization*

QGIS = *Quantum Geography Information System*

IDW = *Inverse Distance Weighted*

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya.....	12
Tabel 4.1 Data Hasil Survei Lokasi Penelitian.....	21
Tabel 4.2 Parameter Suhu Pada Sumur Warga.....	26
Tabel 4.3 Parameter pH Pada Sumur Warga.....	27
Tabel 4.4 Sampel Airtanah Melebihi Baku Mutu.....	36
Tabel 4.5 jarak Lokasi Sampling.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sitem Open Dumping.....	6
Gambar 2.2 Sistem <i>Sanitary Landfill</i>	6
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	16
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian.....	17
Gambar 3.3 Kontruksi Sumur dan Prosedur Pengukurannya.....	19
Gambar 4.1 Peta Sebaran Titik Lokasi Pengukuran Sumur di TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.....	22
Gambar 4.2 Peta Pola Aliran Airtanah Di Sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.....	24
Gambar 4.3 Hasil Pengukuran TDS Pada Sampel.....	26
Gambar 4.4 Grafik Konsentrasi Cu Dalam Airtanah.....	29
Gambar 4.5 Grafik Konsentrasi Cr Dalam Airtanah.....	31
Gambar 4.6 Grafik Konsentrasi Cd Dalam Airtanah.....	32
Gambar 4.7 Grafik Konsentrasi Pb Dalam Airtanah.....	33
Gambar 4.8 Grafik Konsentrasi Mn Dalam Airtanah.....	34
Gambar 4.9 Grafik Konsentrasi Zn Dalam Airtanah.....	34
Gambar 4.10 Grafik Konsentrasi Fe Dalam Airtanah.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Sumur Warga.....	45
Lampiran 2. Lembar Data Lapangan.....	47
Lampiran 3. Baku Mutu.....	48
Lampiran 4. Data Hasil Analisis Logam Berat.....	51
Lampiran 5. Citra.....	55
Lampiran 6. Dokumentasi.....	56
Lampiran 7. Tabel Limit of Detection.....	58
Lampiran 8. Hasil Pengujian Logam Berat Dengan AAS.....	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah secara sederhana dapat diartikan sebagai barang padat yang tidak terpakai lagi. Seringkali sampah menimbulkan masalah yang serius jika tidak dikelola dengan tepat. Manajemen pengelolaan sampah yang kompleks dengan multi tahapan, mulai dari sampah dihasilkan pada tingkatan rumah tangga, sampah industri, atau sampah agraris, pengumpulan sampah, transportasi sampah, fasilitas-fasilitas pengelolaan sampah pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah harus mendapat perhatian yang serius dari instansi yang bertanggung jawab di setiap daerah untuk mencegah atau memperkecil pencemaran yang dapat ditimbulkan. Oleh karena itu pada proses pengelolaan sampah, TPA sampah memiliki peran yang sangat penting sebagai tempat mengembalikan sampah ke lingkungan (Putra dkk, 2011).

Dikarenakan sampah merupakan salah satu konsekuensi dari adanya aktifitas manusia, maka sampah haruslah dikelola dengan baik. Namun di Indonesia pengelolaan sampah belum maksimal dan sesuai dengan prosedur. Salah satu contohnya yaitu TPA Gunung Tugel yang berada di lokasi Kabupaten Banyumas. TPA tersebut sudah tidak beroperasi, Pasalnya metode *Open Dumping* yang digunakan tidak memenuhi standar, selain itu pemerintah setempat akan mengalihkan fungsikan tempat ini menjadi lahan terbuka hijau.

Open Dumping, cara ini cukup sederhana yaitu dengan membuang sampah pada suatu legokan atau cekungan tanpa menggunakan tanah sebagai penutup sampah, cara ini sudah tidak direkomendasi lagi oleh pemerintah RI karena tidak memenuhi syarat teknis suatu TPA sampah, *Open Dumping* sangat potensial dalam mencemari lingkungan baik itu dari pencemaran airtanah oleh *Leachate* (air

sampah yang dapat menyerap kedalam tanah), lalat, bau, serta binatang seperti tikus, kecoa, nyamuk dll (Ardiansyah, 2013).

Jenis tanah merupakan salah satu faktor yang menyebabkan konsentrasi seperti logam berat atau konsentrasi yang dapat mencemari lingkungan masuk kedalam airtanah. Adapun jenis tanah yang ada di kabupaten Banyumas yaitu *Aluvial*, *Regosol*, *Litosol*, *Andosol*, *Latosol*, dan *Podsolik* (Lakip, 2012).

Jenis tanah *Aluvial* merupakan tanah yang tidak mempunyai horison penciri, tidak bertekstur kasar dari bahan alvik atau horison apapun (kecuali jika tertimbun ≥ 50 cm bahan baru) selain horison A okrik, horison H histik serta mempunyai tekstur kasar (pasir, pasir berlempung) pada kedalaman antara 25-100 cm dari permukaan tanah mineral. Jenis tanah *Litosol* adalah tanah yang berkembang dari bahan aluvium muda (resen), mempunyai susunan berlapis atau konsentrasi C organik tidak teratur dan yang tidak mempunyai horison diagnostik (kecuali tertimbun oleh ≥ 50 cm bahan baru) selain horison A yaitu okrik, horison H yaitu histik, dengan tekstur lebih halus dari pasir berlempung pada kedalaman antara 25- 100 cm dari permukaan tanah mineral. Jenis tanah *Regosol* adalah tanah yang mempunyai horison A umbrik ≤ 25 cm, tidak mempunyai horison penciri lainnya (kecuali jika tertimbun oleh ≥ 50 cm bahan baru). Jenis tanah *Latosol* merupakan Tanah yang mempunyai konsentrasi liat tinggi ($\geq 60\%$), remah sampai gumpal, gembur dan warna homogen pada penampang tanah dalam dengan batas horison baur, KB 50% atau lebih (NH_4OAc), tidak mempunyai horison penciri (kecuali jika tertimbun ≥ 50 cm bahan baru) selain horison A molik atau horison B kambik, tidak memperlihatkan gejala plintit di dalam kedalaman 125 cm dari permukaan, dan tidak memiliki sifat vertik. *Andosol* tanah yang mempunyai konsentrasi liat $\geq 40\%$, remah sampai gumpal, gembur, dan warna homogen pada penampang tanah dalam dengan batas horison baur, KB $< 50\%$ (NH_4OAc) sekurang-kurangnya pada beberapa bagian dari horison B di dalam kedalaman 125 cm dari permukaan, tidak mempunyai horison penciri (kecuali jika tertimbun ≥ 50 cm bahan baru) selain horison A umbrik, atau horison B kambik, tidak memperlihatkan gejala plintit di dalam kedalaman 125 cm dari permukaan, dan

tidak mempunyai sifat vertikal. *Podsolik* tanah yang mempunyai horizon B argilik. (Subradja dkk, 2014)

Mencermati penjelasan diatas, maka masuknya konsentrasi logam berat kedalam airtanah sangat mungkin terjadi. Maka dari itu penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui berapa tingkat konsentrasi logam berat yang ada didalam airtanah serta memetakan pola aliran airtanah.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan, maka rumusan masalah yang dapat disusun sebagai berikut :

1. Bagaimana pola arah aliran airtanah di daerah sekitar TPA Gunung Tugel ?
2. Bagaimanakah konsentrasi logam berat yang ada di dalam airtanah di daerah sekitar TPA Gunung Tugel ?
3. Bagaimana hubungan pola aliran airtanah dengan konsentrasi logam berat yang ada pada sumur warga di daerah sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian terkait dengan pola aliran dan logam berat akibat keberadaan TPA Gunung Tugel:

1. Mengidentifikasi tingkat konsentrasi logam berat yang ada di dalam airtanah.
2. Memetakan arah aliran airtanah
3. Mengidentifikasi pencemaran airtanah yang disebabkan oleh TPA berdasarkan pola aliran airtanah dan konsentrasi logam berat

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian airtanah di daerah TPA Gunung Tugel ini antara lain :

a. Manfaat akademis dan terapan

Sebagai studi literatur mengenai analisis logam berat berdasarkan pola aliran airtanah di TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas serta untuk memenuhi persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Program Sarjana Starata Satu Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selain itu penelitian ini bermanfaat Sebagai upaya pengendalian pencemaran airtanah yang disebabkan oleh pembangunan TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas dan Sebagai bahan rekomendasi dan pertimbangan kepada pemerintah setempat, mengenai layak atau tidaknya lokasi TPA Gunung Tugel untuk dijadikan lahan terbuka hijau.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah :

1. Lokasi penelitian dilakukan pada lokasi yang memiliki sumber airtanah disekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.
2. Metode sampling yang digunakan adalah *Purposive Sampling*
3. Pengolahan data untuk mengetahui arah aliran airtanah menggunakan aplikasi *QGis* dan metode *IDW*.
4. Metode pengukuran konsentrasi logam berat (Pb, Cd, Zn, Cu, Fe, Mn, Cr) yang digunakan adalah *Atomic Absorbsion Spektrophotometri*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat (UU No. 18 Tahun 2008). Oleh karena itu sampah memerlukan pengelolaan yang harus dilakukan secara komprehensif dan terpadu dari hulu ke hilir agar memberikan manfaat secara ekonomi, sehat bagi masyarakat, dan aman bagi lingkungan. Dalam hal pengelolaan sampah menemui permasalahan – permasalahan yang bukan lagi sekedar masalah kebersihan dan lingkungan saja, tetapi sudah menjadi masalah sosial yang berpotensi menimbulkan konflik, hal ini merupakan dampak dari perkembangan perkotaan dengan berbagai aktifitas penduduknya dan untuk mendapatkan lahan TPA semakin tidak mudah karena terdapatnya persyaratan teknis dan juga salah satunya harus berhadapan dengan reaksi penolakan dari masyarakat. Hal tersebut mendorong pada usaha untuk mengoptimalkan pengelolaan operasi TPA yang memperhatikan keselamatan kerja, aman terhadap lingkungan dan efisien dalam penggunaan ruang supaya memperlama masa pakai TPA. Kebutuhan akan pengelolaan sampah merupakan salah satu implikasi dari perkembangan penduduk yang terus meningkat sehingga akan meningkatkan timbulan sampah (Hamdani, 2013).

Pada lokasi penelitian TPA yang digunakan adalah TPA *Open Dumping* dan sudah tidak beroperasi lagi. Dikarenakan TPA Gunung Tugel sudah tidak beroperasi maka pemerintah setempat memindahkan ke TPA Kaliori dengan menggunakan sistem *Sanitary Landfill*. Berikut adalah contoh gambar dari sistem *Open Dumping* pada lokasi penelitian :



Gambar 2.1 Sistem *Open Dumping* TPA Gunung Tugel

Sumber : Hasil Observasi, 2017

Sistem *Sanitary Landfill* umumnya lebih dipilih dibandingkan dengan alternatif lain dikarenakan penanganan lebih sedikit dan resiko yang ditimbulkan tidak terlalu signifikan (Paul, 2009). Berikut adalah contoh dari sistem *Sanitary Landfill*:



Gambar 2.2 Sistem *Sanitary Landfill*

Sumber : Balanza, 2010

2.2 Jenis, Gerakan, dan Kualitas Airtanah

2.2.1 Jenis Airtanah

Suatu formasi geologi yang mempunyai kemampuan untuk menyimpan dan melakukan airtanah dalam jumlah berarti ke sumur-sumur atau mata air disebut aquifer. Lapisan pasir atau kerikil adalah salah satu formasi geologi yang dapat bertindak sebagai wadah airtanah yang dialasi oleh lapisan-lapisan batuan dengan daya meluluskan air yang rendah, misalnya lempung yang dikenal sebagai

aquitard. Lapisan yang sama dapat juga menutupi, yang menjadikan airtanah dalam tersebut di bawah tekanan.

Di beberapa daerah pengeboran yang menyadap airtanah tertekan tersebut menjadikan airtanah muncul ke permukaan tanpa membutuhkan pemompaan.

Semua aquifer mempunyai dua sifat yang mendasar yaitu :

- Kapasitas menyimpan airtanah
- Kapasitas mengalirkan airtanah

Berdasarkan sifat-sifat tersebut, aquifer dapat mengandung airtanah dalam jumlah yang sangat besar dengan sebaran yang luas hingga ribuan kilometer persegi atau sebaliknya.

Ditinjau dari kedudukannya terhadap permukaan, airtanah dapat disebut:

- Airtanah Dangkal, umumnya berasosiasi dengan tak tertekan, yakni yang tersimpan dalam aquifer dekat permukaan hingga kedalaman sampai 40 m. Airtanah dangkal umumnya dimanfaatkan oleh sebagian besar masyarakat pada umumnya dengan membuat sumur gali.
- Airtanah Dalam, umumnya berasosiasi dengan tertekan, yakni tersimpan dalam pada kedalaman lebih dari 40 m. Sementara airtanah dalam dimanfaatkan oleh kalangan industri dan masyarakat golongan menengah keatas. Sebaran aquifer serta pengaliran airtanah tidak mengenal batas-batas kewenangan administratif pemerintahan. Suatu wilayah yang dibatasi oleh batasan-batasan geologis yang mengandung satu aquifer atau lebih dengan penyebaran luas, disebut cekungan airtanah.

(Maria, 2012)

2.2.2 Gerakan Airtanah

Airtanah selalu bergerak, pergerakan ini asalnya dari *Recharge area* (pada umumnya di tempat dimana air hujan dari muka tanah disaring melalui butir-butir tanah), bergerak menuju *Discharge area* (tempat dimana air timbul/muncul diatas tanah dalam bentuk mata air, rembesan/seepage atau limpasan pada sumur).

Perlu diketahui, karena infiltrasi dan perkolasi yang secara prinsip merupakan sumber dari airtanah berbeda dari 1 titik terhadap titik lainnya. (bervariasi menurut faktor geologi dan topographi) maka arah dan kecepatan pergerakan airtanah ditentukan pula oleh kondisi hidrauliknya (untuk *Groundwater* sering diperhatikan masalah tekanan muka air dan elevasi muka air) (Wanny, 1982).

Kemiringan muka airtanah (*hydraulic gradient*) dapat diketahui dari flownet dengan cara membuat profil airtanah. Profil airtanah dapat diperoleh dengan cara membuat *cross-section* yang memotong beberapa garis kontur (misalnya memotong melintang dari kontur yang rapat menuju kontur yang renggang. Pada profil kemiringan muka airtanah (flownet) maka *hydraulic gradient*nya semakin besar, dan begitupun sebaliknya. Dengan menggunakan profil kemiringan muka airtanah ini maka kita dapat mengetahui juga kondisi media airtanah berada, sehingga bisa menentukan mana daerah *re-charge*, arah aliran airtanahnya serta daerah *discharge*. Selain itu, dapat juga dianalisis perkiraan debit baik itu di daerah hulu maupun daerah hilir tanah (Munawaroh, 2010).

Pergerakan air di bawah tanah dengan sumber airnya adalah air hujan dapat digambarkan dalam beberapa tahapan berikut:

- Sebidang tanah alami yang permukaannya ditumbuhi rerumputan dan sebatang pohon besar
- Ketika turun hujan, air hujan mulai membasahi permukaan tanah
- Tanah yang alami dengan tetumbuhan di atasnya menyediakan pori-pori, rongga-rongga dan celah tanah bagi air hujan sehingga air hujan bisa leluasa merembes atau meresap ke dalam tanah. Air itu akan turun hingga kedalaman beberapa puluh meter.
- Air yang berhasil meresap ke bawah tanah akan terus bergerak ke bawah sampai dia mencapai lapisan tanah atau batuan yang jarak antar butirannya sangat-sangat sempit yang tidak memungkinkan bagi air untuk melewatinya. Ini adalah lapisan yang bersifat impermeabel. Lapisan seperti ini disebut lapisan aquitard.

- Karena air tak bisa lagi turun ke bawah, maka air tadi hanya bisa mengisi ruang di antara butiran batuan di atas lapisan aquitard.
- Air yang datang kemudian akan menambah volume air yang mengisi rongga-rongga antar butiran dan akan tersimpan disana. Penambahan volume air akan berhenti seiring dengan berhentinya hujan.
- Air yang tersimpan di bawah tanah itu disebut airtanah. Sementara air yang tidak bisa diserap dan berada di permukaan tanah disebut air permukaan.

(Maria, 2012).

Jadi, Jika dikaitkan antara konsentrasi logam berat dengan kedalaman sumur, maka semakin dalam sumur kemungkinan untuk airtanah terkontaminasi oleh logam berat yang di bawa oleh air hujan sangat kecil dikarenakan logam berat yang dibawa oleh air hujan sudah terinfiltrasi oleh tanah.

2.2.3 Kualitas Airtanah

Airtanah merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi manusia. Semua orang tahu bahwa tanpa air, maka tidak akan ada kehidupan. Sampai saat ini airtanah masih merupakan sumber air yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan lingkungannya. Dalam siklus hidrologi, airtanah juga mempunyai peran sebagai salah satu mata rantai yang berfungsi sebagai reservoir, yang kemudian melepaskannya secara perlahan ke dalam sungai atau danau, sehingga kesinambungan aliran terjaga. Walaupun air tawar tanah hanya sekitar 0,62% dari semua air (termasuk air laut) di dunia (Foth, 1984), namun fungsinya bagi manusia dan tumbuhan sangat penting. Airtanah mempunyai peran penting, karena mudah diperoleh dan memiliki kualitas yang relatif baik. Masyarakat dari negara yang kurang maju atau yang tinggal di daerah terpencil umumnya memanfaatkan airtanah sebagai sumber air untuk kehidupan sehari-hari. Masih banyak manusia yang mengandalkan airtanah untuk pertanian dan industri. Oleh karena itu, kualitas dan kuantitas airtanah menjadi penting untuk dijaga (Suprihanto, 2005).

Harus diakui bahwa tanah sebagai tempat buangan akhir bagi limbah merupakan alternatif yang menarik dan mudah untuk dilakukan. Di samping itu, cara ini juga telah dipraktikkan sejak adanya kehidupan manusia. Pencemaran tanah dan airtanah telah terjadi di beberapa tempat, baik dalam skala kecil maupun regional. Degradasi kualitas airtanah dan tanah sebagai mediumnya dapat terjadi karena berbagai hal. Perkolasi dari efluen tangki septik, rembesan aliran air permukaan yang telah tercemar, tempat pembuangan akhir sampah, ataupun tumpahan (*spilling*) dari zat pencemar yang tidak disengaja, merupakan penyebab yang sering dijumpai. Jenis sumbernya pun dapat berupa sumber tersebar (*diffuse sources*), terpusat (*point source*) ataupun dalam bentuk memanjang (*line sources*). Untuk yang terakhir ini, intrusi air laut dan rembesan dari sungai yang telah tercemar merupakan contohnya. Jelas bahwa pencemaran tanah dan airtanah dapat berbagai dari sumber (Suprihanto, 2005).

2.3 Logam Berat dan Lindi

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup.

Istilah logam berat sebetulnya telah dipergunakan secara luas, terutama dalam perpustakaan ilmiah, sebagai suatu istilah yang menggambarkan bentuk dari logam tertentu. Karakteristik dari kelompok logam berat adalah sebagai berikut :

- a) Memiliki spesifikasi graviti yang sangat besar (lebih dari 4).
- b) Mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur-unsur lantanida dan aktinida.
- c) Mempunyai respon biokimia khas (spesifik) pada organisme hidup.

Logam-logam berat yang terlarut dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu dan berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam berat terhadap biota perairan tidak sama (Heryando, 2008).

Sedangkan lindi adalah substansi cairan yang dihasilkan dalam proses pembusukan sampah dan baunya sangat menyengat. Lindi mengandung zat berbahaya apalagi jika berasal dari sampah yang tercampur dengan sampah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Jika tidak diolah secara khusus, lindi dapat mencemari sumur/airtanah, air sungai, hingga air laut dan menyebabkan kematian biota (makhluk hidup) laut.

Baterai bekas (untuk senter, kamera, sepatu menyala, dan jam tangan) mengandung merkuri dan cadmium (Cd), B3 tersebut akan bahaya bagi manusia, karena dapat menyebabkan gangguan pada syaraf, cacat pada bayi, kerusakan sel-sel hati atau ginjal dan dapat meresap ke sumur penduduk, jika di buang disembarangan tempat (Erni, 2013).

2.4 Analisis Logam Berat

Spektrometri Serapan Atom (SSA) dalam kimia analitik dapat diartikan sebagai suatu teknik untuk menentukan konsentrasi unsur logam tertentu dalam suatu cuplikan. Teknik pengukuran ini dapat digunakan untuk menganalisis konsentrasi lebih dari 62 jenis unsur logam.

Unsur-unsur dalam cuplikan diidentifikasi dengan sensitivitas dan limit deteksi pada teknik pengukuran ini dapat mencapai $< 1 \text{ mg/L}$ (1 ppm) bila menggunakan lampu nyala biasa dan dapat dicapai sampai 0,1 ppm dengan menggunakan prosedur SSA yang lebih canggih.

Dalam spektroskopi atomik, faktor-faktor yang dapat menyebabkan pelebaran garis spektra merupakan suatu problem dalam sistem analisis metode ini. Dua hal yang paling sering menimbulkan problem ini adalah pelebaran efek Doppler (Doppler Boardening) dan pelebaran tekanan (Pressure Boardening) (Dyah,2009).

2.5 Penelitian Sebelumnya

Berbagai penelitian tentang penyebaran logam berat dan pemetaan pola aliran airtanah sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Hal ini menjadi penting sebagai rujukan pembahasan kegiatan penelitian ini. Adapun Hasil-hasil penelitian tersebut dapat ditunjukkan pada tabel 2.1, sebagai berikut :

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya terkait dengan analisis logam berat dan pola aliran airtanah

NO	Peneliti	Tahun	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1	Saldanela, dkk	2015	Mengetahui pola aliran airtanah di kawasan tampan kota Pekanbaru	Metode yang digunakan ialah meninjau beberapa titik sumur cincin dirumah penduduk sekitar, persiapan alat antara lain satu set <i>Hand GPS</i> dari ponsel dan meteran, observasi lapangan, wawancara, pengumpulan data, lalu data akan di olah menggunakan <i>GIS</i> dengan output peta kontur muka airtanah, peta darcy flow dan peta pola aliran airtanah.	1. Pola aliran airtanah di lokasi penelitian secara umum bergerak kedalam dan keluar sistem (kecamatan Tampan). Pengisian kembali airtanah berasal dari airtanah itu sendiri dan airhujan. 2. Metode interpolasi yang digunakan adalah TIN, karena metode ini menghasilkan kerapatan garis kontur. Metode ini dipilih sebagai pendekatan prediksi fenomena aliran airtanah di lokasi penelitian. 3. Sumur resapan dan <i>land cover</i> adalah cara yang tepat dilakukan untuk menjaga ketersediaan airtanah dikecamatan Tampan.
2	Winni R.E. dkk	2012	Menganalisis konsentrasi Pb pada air sumur gali di sekitar penimbunan limbah padat industri Timah Dari Daur Ulang Aki Bekas Desa Sei	Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah <i>purposive sampling</i> . Analisis data dilakukan	Sepuluh sampel yang diteliti memiliki konsentrasi Pb di atas nilai ambang batas (0,05 mg/L) dengan konsentrasi tertinggi 0,14 mg/L dan rata-rata 0,12 mg/L. Hal ini didukung oleh kontruksi sumur pada tiap sampel tidak memenuhi syarat kontruksi kesehatan secara lengkap, jarak terhadap penimbunan sumur tidak sesuai dengan

NO	Peneliti	Tahun	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
			Rotan Kecamatan Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang Tahun 2012.	dengan menggunakan bantuan program komputer dan disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi.	syarat kesehatan (<200 meter), dan proses pengolahan penimbunan sampah dengan cara <i>open dumping</i> yang tidak sesuai dengan syarat kesehatan.
3	Fr. Dian Ekarini, S.Si	2015	Memanfaatkan GIS (<i>Geographic Information System</i>) untuk mengetahui pola aliran airtanah di kawasan Borobudur	Metode pelaksanaan pada studi kali ini dilakukan dengan observasi lapangan untuk memetakan sumursumur penduduk di zona 3 Candi Borobudur dengan menggunakan alat GPS Magellan. Dengan alat tersebut akan terekam semua data koordinat x, y dari titik-titik sampel yang diambil. Selain itu juga dilakukan pengukuran kedalaman muka airtanah sumur penduduk dengan menggunakan alat disto atau dengan manual menggunakan meteran. Untuk mengukur elevasi muka airtanah, karena data ketinggian tempat di kawasan zona 3 belum pernah dilakukan pengukuran secara terestris maka data ketinggian tempat	1. Berdasarkan hasil penelitian, untuk kedalaman muka airtanah di bukit Candi Borobudur adalah sekitar 21,5 – 22 meter, sejalan dengan perkiraan Sampurno (1969) yang memperkirakan kedalaman airtanah 20 – 25 meter dari permukaan halaman candi. 2. Pola aliran airtanah di sekitar Candi Borobudur mengalir dari arah barat laut ke arah tenggara sampai Sungai Progo. Sedangkan di daerah Mendut, airtanahnya mengalir dari arah timur laut menuju ke arah barat daya. Di area selatan Mendut aliran airtanahnya dari timur laut berbelok ke arah selatan. 3. Dua sungai besar di wilayah penelitian yaitu Sungai Progo dan Sungai Elo mempunyai 2 sifat aliran sekaligus yaitu aliran efluen (sungai menerima air dari airtanah) dan aliran influen (sungai mengeluarkan air kepada airtanah).

NO	Peneliti	Tahun	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
				menggunakan data sekunder yaitu data kontur tanah dari peta RBI digital keluaran Bakosurtanal tahun 2003 dengan skala 1 : 25.000. Data selanjutnya diolah dengan komputer menggunakan perangkat lunak () ArcGIS 9.3 dan ArcView 3.3	
4	Nuraini, Iqbal, dan sabhan.	2015	Penelitian ini digunakan untuk mengetahui konsentrasi timbal (Pb), konsentrasi besi (Fe), dan konsentrasi Mangan (Mn) dari beberapa depot telah dilakukan pada air minum isi ulang di kota palu, yakni depot Manimbaya, depot KH Dewantoro dan depot Tombolototo.	Pengambilan sampel air pada tiga depot sebanyak 330 ml dengan menggunakan botol plastik. Sampel untuk analisis konsentrasi logam berat diawetkan dengan larutan HNO ₃ pekat sebanyak 5 tetes, kemudian panaskan di hotplate dengan temperatur 100 oC. Untuk penentuan konsentrasi dibuat larutan standar Fe, Pb dan Mn kemudian dianalisis dengan menggunakan AAS pada panjang gelombang 248,3 nm untuk Fe, untuk Pb panjang gelombang 283,3 nm dan	Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh besar konsentrasi logam besi (Fe) dalam air minum isi ulang untuk depot Manimbaya yaitu 0,1278 mg/L, depot KH Dewantoro 0,1426 mg/L dan depot Tombolotutu 0,1059 mg/L kemudian besar konsentrasi logam mangan (Mn) yang diperoleh untuk depot Manimbaya yaitu 0,1927 mg/L, depot KH Dewantoro 0,1240 mg/L dan depot Tombolotutu 0,1538 mg/L. Sedangkan untuk logam timbal (Pb) dalam air minum isi ulang tidak terdeteksi oleh alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Besar konsentrasi logam berat dalam air minum isi ulang menurut KEPMENKES no. 907 tahun 2002 untuk logam besi (Fe) 0,3 mg/L, logam mangan (Mn) 0,05 mg/L dn logam timbal (Pb) 0,005 mg/L. Maka dari data di atas dapat disimpulkan bahwa logam mangan (Mn) dalam air minum isi ulang melebihi batas ambang KEPMENKES no. 907 tahun 2002. Sedangkan untuk logam timbal (Pb) dalam air minum isi ulang tidak terdeteksi oleh alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Besar konsentrasi logam berat dalam air minum isi ulang menurut KEPMENKES no. 907 tahun 2002 untuk logam besi (Fe) 0,3 mg/L, logam mangan (Mn)

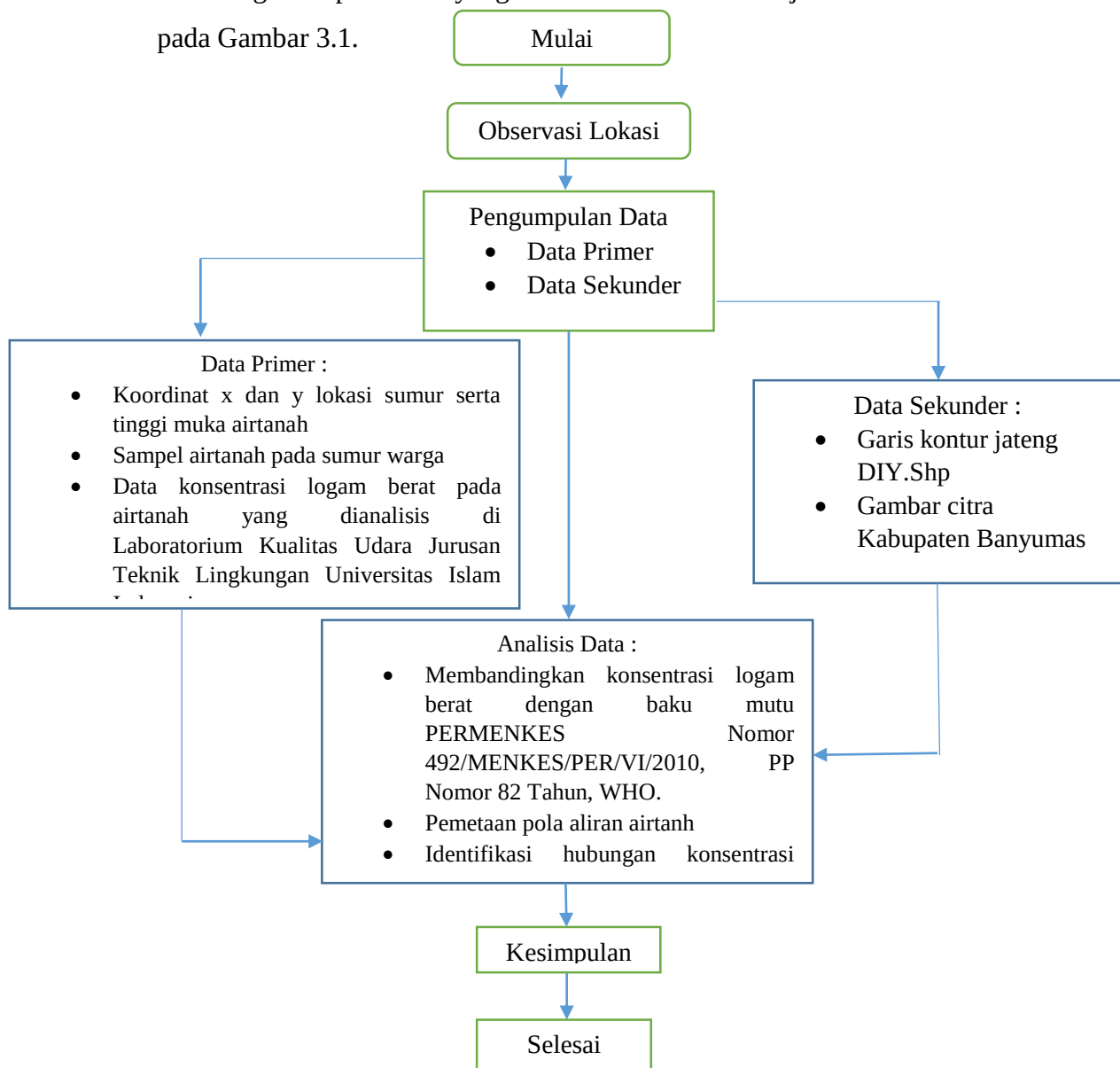
NO	Peneliti	Tahun	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
				untuk Mn panjang gelombang 279,5 nm. Dilakukan tiga kali pengulangan untuk penentuan absorbansinya.	0,05 mg/L dn logam timbal (Pb) 0,005 mg/L. Maka dari data di atas dapat disimpulkan bahwa logam mangan (Mn) dalam air minum isi ulang melebihi batas ambang KEPMENKES no. 907 tahun 2002.
5	Ahmed Nur, dkk	2012	Mengetahui distribusi airtanah dan hidrokimia di Damaturu, Nigeria Timur Laut.	Metode yang digunakan ialah menggunakan GIS Modeling.	Hasil dari 23 sampel data kualitas airtanah menunjukan bahwa : the cations reveal mean values as Na ⁺ (84.2 mg/l), K ⁺ (4.2 mg/l), Ca ²⁺ (27 mg/l), Mg ²⁺ (11.5 mg/l) and Fe ²⁺ (0.6 mg/l). The anion mean values are (4.5 mg/l), 4 – (3.7 mg/l), Cl ⁻ (22.5 mg/l) and 3 (2.2 mg/l). Based on mean values, the cations were in order of abundance as Na ⁺ > Ca ²⁺ > Mg ²⁺ > K ⁺ > Fe ²⁺ while the anions reveal order of abundance as Cl ⁻ > 3 NO ⁻ HCO ⁻ > 4 2 SO ⁻ > NO ⁻ . T.
6	Musa.O.K, dkk	2013	Mengetahui Konsentrasi logam berat Airtanah di sekitar Obajana dan sekitarnya, Kogi, Nigeria.	Metode yang digunakan ialah menggunakan <i>Atomic Absorption Spectrometer</i> untuk mengetahui konsentrasi logam berat.	Analisis ini menunjukan bahwa baik air permukaan dan airtanah yang ada didalam area studi tidak tercemar. Ini karena hasil yang sudah di uji sudah sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan oleh WHO dan dianggap layak untuk dikonsumsi oleh manusia.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Skema Pelaksanaan Penelitian

Rangkaian penelitian yang akan dilaksanakan ditunjukkan oleh skema pada Gambar 3.1.

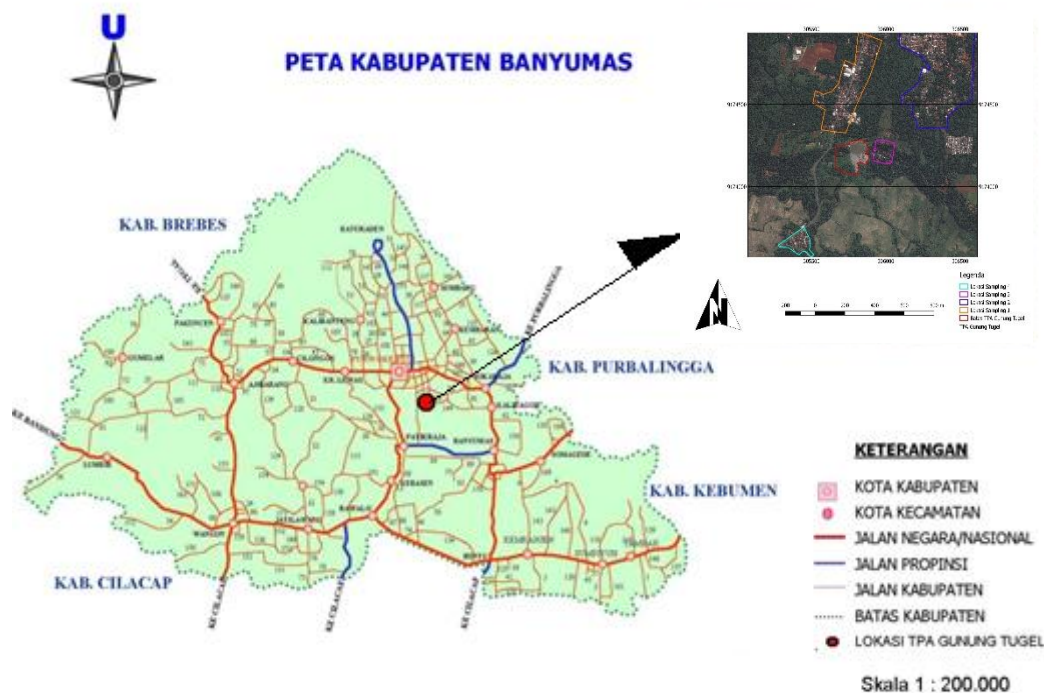


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Lokasi Penelitian

TPA Gunung Tugel merupakan Tempat Pemrosesan sampah yang berada di Kabupaten Banyumas, dan pada saat ini TPA Gunung Tugel sudah tidak beroperasi lagi. Pemerintah setempat bermaksud melakukan perubahan tempat TPA menjadi lahan terbuka hijau, maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas airtanah yang berada di daerah sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas. Terdapat beberapa titik sampel yang diambil dari sumur warga yang berdekatan dengan lokasi TPA Gunung Tugel. Secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian

Sumber : GoogleEarth, 2017

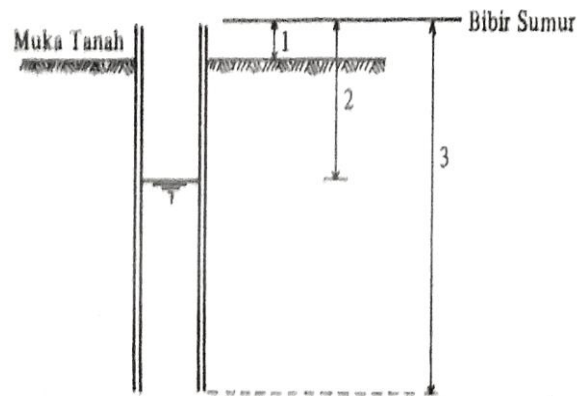
3.2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Dalam penelitian ini terdapat dua sumber data yang diperlukan, yaitu data *primer* dan data *sekunder*. Data primer didapat dari pengukuran langsung tinggi muka airtanah di lokasi penelitian, melakukan pengambilan langsung di lokasi sumur warga yang berdekatan dengan TPA dan wawancara langsung dengan masyarakat sekitar. Sedangkan data *sekunder* didapat dari jurnal – jurnal serta buku yang berlaku untuk menunjang data *primer*.

3.2.2.1 Pengambilan Sampel Airtanah

Penelitian ini menggunakan metode *Purposive Sampling*, sampel yang diambil dengan metode *purposive* dengan alasan keberadaan sumur yang sangat dekat dengan TPA hanya berada di satu sisi saja, sehingga tidak merata, maka dari itu pengambilan sampel dengan metode *purposive* bertujuan untuk pengambilan sampel airtanah dapat secara merata dengan memperhatikan lokasi penduduk disekitar TPA, adapun jumlah sumur yang dijadikan sampel sebanyak 17 sumur. Setelah mengetahui titik mana saja yang akan diambil di lokasi, maka akan dilakukan perhitungan tinggi muka airtanah. Perhitungan tinggi muka airtanah berfungsi untuk mengetahui arah aliran airtanah dengan melihat tinggi air sumur yang berada di beberapa titik sampling yang sudah ditentukan, adapun prosedur pengukuran tinggi muka airtanah adalah sebagai berikut :

- Mengukur elevasi muka airtanah pada sumur dengan alat altimeter
- Mengukur ketinggian bibir sumur terhadap muka tanah
- Mengukur kedalaman permukaan air dari bibir sumur dengan alat sounding meter.
- Mengetahui dasar sumur dari bibir sumur (untuk sumur dangkal)
- Mengetahui konstruksi sumur.



Gambar 3.3. Prosedur Pengukurannya Pengambilan Airtanah

Sumber : Wanny,1983

Setelah pengukuran selesai dilakukan maka hasil yang akan didapatkan adalah arah dominan dari arah aliran airtanah itu sendiri, sehingga kita dapat melakukan pengambilan sampel dengan arah aliran yang telah diketahui (Wanny, 1983).

3.3 Metode Analisis Data

3.3.1 Pemetaan Pola Aliran Airtanah Dengan Metode IDW Untuk Interpolasi Sebaran Logam Berat.

Interpolasi adalah sebuah proses untuk menentukan nilai observasi di suatu tempat (titik) berdasarkan nilai observasi di sekitarnya. Metode Inverse Distance Weighted (IDW) merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya (NCGIA, 1997). Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (weight) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel. Metode ini ditemukan oleh D.L. Krige untuk memperkirakan nilai dari bahan tambang. Asumsi dari metode ini adalah jarak dan orientasi antara sampel data menunjukkan korelasi spasial yang penting dalam hasil interpolasi (ESRI, 1996).

3.3.2 Metode Pengukuran Suhu Air dan Konsentrasi TDS

Pengukuran suhu dalam air dilakukan dengan menggunakan alat termometer dan dilakukan bertepatan pada saat pengambilan sampel air di lokasi penelitian, ini bertujuan untuk meminimalisir perubahan suhu air yang signifikan.

Adapun pengukuran TDS dilakukan dengan menggunakan alat TDS mete di Laboratorium Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

3.3.3 Analisa Konsentrasi Logam Berat

Dalam Pengujian logam berat metode yang digunakan yaitu Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Adapun logam berat yang di uji ialah Tembaga (Cu), Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), Kromium (Cr), Kadmium (Cd), dan Timbal (Pb).

3.3.3.1 Preparasi Sampel dan Pengujian Logam Berat

Sampel airtanah dari masing-masing titik sampel diambil sebanyak 100 ml. Lalu sampel tersebut kemudian dimasukkan kepada erlenmeyer dan ditambahkan 5 ml (HNO_3) serta di berikan corong kaca. Sampel yang telah disiapkan lalu dipanaskan hingga menjadi 10 ml menggunakan kompor listrik di lemari asam, sampel dipanaskan kurang lebih selama 30-60 menit. Sampel yang sudah di panaskan lalu dipindahkan pada tabung reaksi dan disaring menggunakan kertas saring no 1. Sampel yang sudah dipindahkan lalu di pindahkan kembali ke labu ukur dengan menggunakan pipet 5 ml dan dimampatkan hingga tanda batas. Contoh uji kemudian diaspirasikan ke dalam SSA-nyala untuk diukur konsentrasi logam berat dengan panjang gelombang masing-masing sampel Cr, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn, Pb yaitu 228,80 nm, 228,80 nm, 324,80 nm, 248,30 nm, 279,5 nm, 213,90 nm dan, 217 nm.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

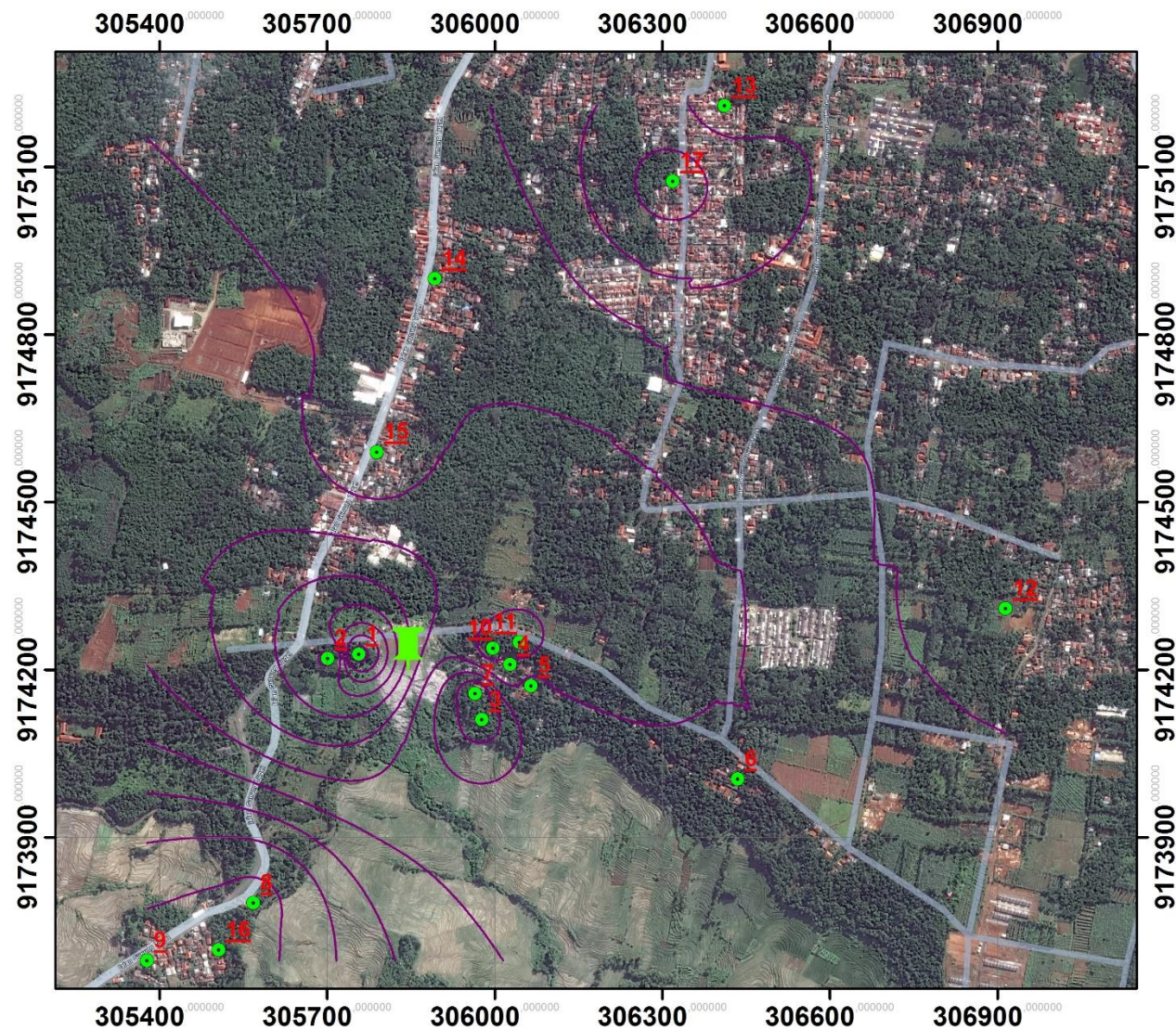
4.1 Lokasi Sebaran Sumur Di Sekitar TPA Gunung Tugel

Survei pada penelitian ini dilakukan pada tanggal 12 Juni 2017 sebanyak 10 titik dan pada 13 Juni 2017 sebanyak 7 titik. Pengukuran ini bertujuan untuk pengambilan sampel air yang akan di uji terkait konsentrasi logam berat serta mencatat titik koordinat yang berguna dalam pembuatan peta pola aliran airtanah. Kegiatan ini dilakukan di sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas. Adapun data hasil survei lokasi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Lokasi dan Elevasi Pengambilan Sampel

No	Sumur	X	Y	Elevasi
1	Sumur 1	305757	9174228	142
2	Sumur 2	305701	9174221	119,17
3	Sumur 3	305977	9174111	95,9
4	Sumur 4	306028	9174210	115,1
5	Sumur 5	306065	9174172	109
6	Sumur 6	306435	9174005	109,87
7	Sumur 7	305965	9174158	95
8	Sumur 8	305568	9173783	88,93
9	Sumur 9	305378	9173680	88,4
10	Sumur 10	305997	9174239	117,5
11	Sumur 11	306045	9174250	118
12	Sumur 12	306915	9174310	101,3
13	Sumur 13	306412	9175210	101
14	Sumur 14	305893	9174900	109,1
15	Sumur 15	305789	9174590	107
16	Sumur 16	305506	9173699	85
17	Sumur 17	306319	9175075	93,1a

Sumber : Hasil Survei Lapangan, 2017



SEBARAN SAMPEL SUMUR

TPA GUNUNG TUGEL

KABUPATEN BANYUMAS



TEGAR RAMADIANSYAH

13513072



Legenda

- Titik Sampel
- ★ TPA Gunung Tugel

Gambar 4.1 Peta Sebaran Titik Lokasi Pengukuran Sumur di TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.

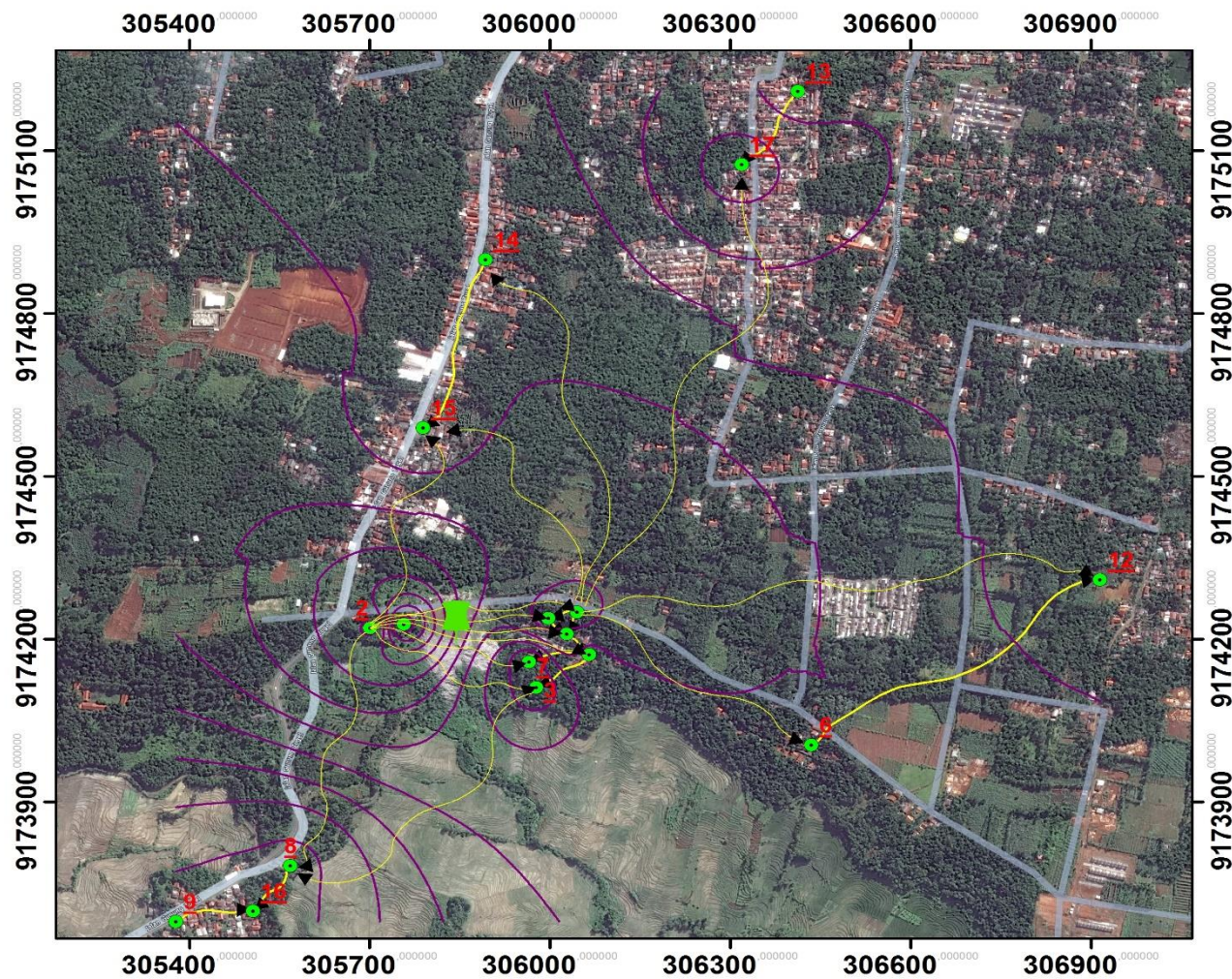
Sumber : Hasil Olah Data, 2017

Titik koordinat (X dan Y) dan nilai tabel data hasil survei di lokasi penelitian yang memuat lokasi sumur penduduk dan elevasi muka airtanah tersebut diolah melalui aplikasi *QGIS* dengan metode IDW, Sehingga menghasilkan peta sebaran titik sumur di sekitar lokasi TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas seperti yang di tunjukan pada Gambar 4.1

Pada Gambar 4.1 menunjukan letak sebaran sumur pada lokasi sampling, selain itu terdapat beberapa titik-titik sebaran sumur yang saling berdekatan, hal tersebut dikarenakan dalam pengambilan sampel dan penentuan titik koordinat sumur dilakukan pada sumur-sumur yang terdapat didalam pemukiman warga, dimana lokasi antara sumur satu dan sumur lainnya saling berdekatan. Pengambilan lokasi sampling yang berdekatan dengan lokasi TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas bertujuan untuk mengetahui berapa besar dampak yang disebabkan oleh Pengoperasian TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas terhadap airtanah warga yang berdekatan dengan TPA. Sedangkan pengambilan lokasi sampling yang berjauhan dengan TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas berguna untuk menjadi bahan pembanding dengan sampel sebelumnya. Terdapat dua sumur yang tidak diambil sampel air yaitu sumur 1, dan sumur 12 dikarenakan untuk sumur 1 kondisi sumur masih utuh akan tetapi tidak terdapat air didalamnya, sumur 12 ditemukan air pada sumur warga namun hanya untuk keperluan penambahan titik koordinat yang berguna dalam pembuatan peta pola aliran airtanah.

4.2 Pola Aliran Airtanah Di sekitar TPA Gunung Tugel

Pola aliran airtanah sangat penting, dikarenakan dengan mengetahui pola aliran airtanah, akan dapat diketahui penyebab tinggi nya logam berat pada setiap sampel airtanah. Data-data hasil pengukuran dilapangan terkait titik koordinat dan elevasi dimasukan pada aplikasi *Qgis* menggunakan metode IDW, lalu dilanjutkan dengan interpolasi titik pengukuran seperti pada gambar 4.2.



PETA POLA ALIRAN AIR TANAH

TPA GUNUNG TUGEL

KABUPATEN BANYUMAS



TEGAR RAMADIANSYAH

13513072



1:10.295

Legenda

- Titik Sampel
- aliran airtanah
- 📌 TPA Gunung Tugel

Gambar 4.2 Peta Pola Aliran Airtanah Di Sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.

Sumber : Hasil Olah Data, 2017

Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (*Weight*) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel (Gatot, 2008).

Pada gambar 4.2 menunjukkan bahwasannya aliran airtanah pada lokasi sampling bergerak secara acak ke arah timur, utara, timur laut, dan bergerak sesuai gaya gravitasi. Pada penelitian ini berfokus pada pencemaran yang disebabkan oleh keberadaan TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas hal ini berkaitan dengan pergerakan airtanah yang ditunjukkan pada gambar 4.2 dimana titik sampling yang berdekatan dengan TPA memiliki elevasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan titik sampling yang berjauhan dengan TPA. Oleh karena itu, indikasi pencemaran airtanah yang disebabkan oleh TPA sangat mungkin terjadi dan pemukiman warga yang berdekatan dengan lokasi TPA juga diindikasikan terkena dampak dari keberadaan TPA, hal itu ditunjukkan pada gambar 4.2 dimana arah aliran airtanah pada sumur 2 melewati lokasi TPA dan menuju pada pemukiman warga, dan kondisi sumur 1 yang berdekatan dengan sumur 2 tidak ditemukan air namun berguna untuk membandingkan elevasi antara sumur 1 dan sumur 2.

4.3 Kondisi Airtanah di Wilayah TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas

4.3.1 Parameter Fisik

a. Suhu

Suhu merupakan parameter yang diukur langsung di lapangan setelah air sumur di ambil menggunakan termometer, hal ini bertujuan memberikan data yang akurat dikarenakan suhu dapat berubah dengan cepat sesuai dengan kondisi lingkungan. Hasil pengukuran suhu pada titik-titik sumur antara 27°C -29°C, hasil tersebut menunjukkan bahwa secara garis besar suhu sampel berada pada batas normal.

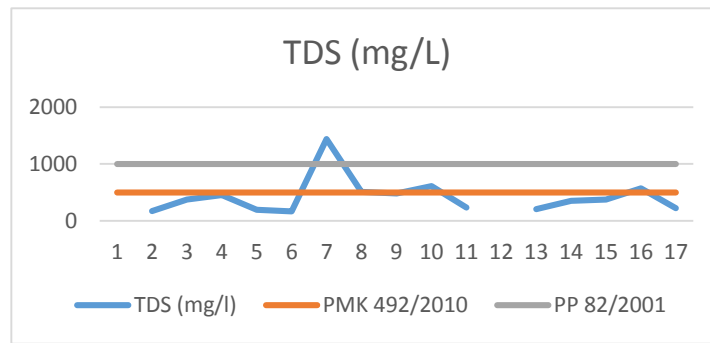
Tabel 4.2 Parameter Suhu Pada Sumur Warga

Sumur	X	Y	Suhu
1	305757	9174228	-
2	305701	9174221	28°C
3	305977	9174111	28°C
4	306028	9174210	28°C
5	306065	9174172	29°C
6	306435	9174005	27°C
7	305965	9174158	29°C
8	305568	9173783	28°C
9	305378	9173680	28°C
10	305997	9174239	28°C
11	306045	9174250	27°C
12	306915	9174310	-
13	306412	9175210	28°C
14	305893	9174900	28°C
15	305789	9174590	28°C
16	305506	9173699	28°C
17	306319	9175075	28°C

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, parameter suhu memiliki standar baku mutu deviasi 3 dari suhu alamiahnya.

b. *Total Dissolved Solid (TDS)*

Hasil pengukuran ***Total Dissolved Solid (TDS)*** menggunakan TDS meter menunjukkan bahwa keseluruhan sampel masih dibawah angka yang diperbolehkan untuk paramater TDS.



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran TDS Pada Sampel

TDS adalah benda padat yang terlarut, yaitu semua mineral, garam, logam serta kation-anion yang terlarut di air, termasuk semua yang terlarut diluar molekul air murni (H_2O). Secara umum, konsentrasi benda-benda padat terlarut merupakan jumlah antara kation dan anion di dalam air. TDS terukur dalam satuan Parts per Million (ppm) atau perbandingan rasio berat ion terhadap air (Santoso, 2008). Contoh padatan terlarut dalam air adalah zat kapur, besi, timah, magnesium, tembaga, sodium, klorida, klorin, dan lain-lain.

Dari grafik diatas terlihat bahwa hasil pengukuran TDS antara 169-1438 mg/l. Terlihat bahwa nilai TDS terendah terdapat pada sumur 6 sedangkan nilai TDS tertinggi terletak pada sumur 7. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, konsentrasi maksimum TDS yang diperbolehkan ialah 500 mg/L. Sedangkan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air konsentrasi maksimum TDS yang diperbolehkan ialah sebesar 1000 mg/L. Terdapat beberapa sumur yang melebihi baku mutu yaitu sumur 7 sebesar 479 mg/l, sumur 10 sebesar 206 mg/l, dan sumur 16 sebesar 192 mg/l. Ditemukan beberapa indikasi yang menyebabkan konsentrasi TDS tinggi yaitu kondisi material tanah pada sumur dan kontruksi sumur yang kurang baik menjadi penyebab mudah nya padatan terlarut pada air.

4.3.2 Parameter Kimia

a. Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH menggunakan pH meter dan dilakukan langsung pada saat pengambilan sampel. Adapun hasil pengukuran pH yaitu antar 6,6-7,5.

Tabel 4.3 Parameter pH Pada Sumur Warga

Sumur	X	Y	pH	Permenkes 492/2010	PP 82/2001
1	305757	9174228		8,5	9
2	305701	9174221	7	8,5	9
3	305977	9174111	6	8,5	9
4	306028	9174210	6,6	8,5	9
5	306065	9174172	6,8	8,5	9
6	306435	9174005	7	8,5	9
7	305965	9174158	7,4	8,5	9
8	305568	9173783	6,7	8,5	9
9	305378	9173680	6,7	8,5	9
10	305997	9174239	6,6	8,5	9
11	306045	9174250	6,9	8,5	9
12	306915	9174310		8,5	9
13	306412	9175210	6,1	8,5	9
14	305893	9174900	6,8	8,5	9
15	305789	9174590	7,1	8,5	9
16	305506	9173699	7,5	8,5	9
17	306319	9175075	7,5	8,5	9

pH air akan terpengaruh terhadap kesadahan konsentrasi besi dalam air, apabila pH air rendah akan berakibat terjadinya proses korosif sehingga menyebabkan larutnya besi dan logam lainnya dalam airtamah, pH yang rendah kurang dari 7 dapat melarutkan logam.

4.4 Analisis Konsentrasi Logam Berat

Analisis konsentrasi logam berat bertujuan untuk mengetahui berapa konsentrasi logam berat yang ada pada airtanah di sekitar lokasi sampling. konsentrasi logam berat yang telah di analisis akan dibandingkan dengan Permenkes Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010, PP Nomor 82 Tahun 2001 dan *World Health Organization (WHO) standard for Heavy metals*. Logam berat yang di analisis pada penelitian ini terdiri dari Fe, Mn, Cd, Cu, Zn, Pb, dan Cr. Pengambilan sampel air berasal dari sumur-sumur warga, sampel yang diambil yaitu 15 dari 17 sumur, dikarenakan 2 sumur digunakan untuk mengetahui koordinat dan menjadi pendukung dalam pembuatan peta pola aliran airtanah dan satu diantaranya tidak ada air didalam sumur. Warga sekitar umumnya

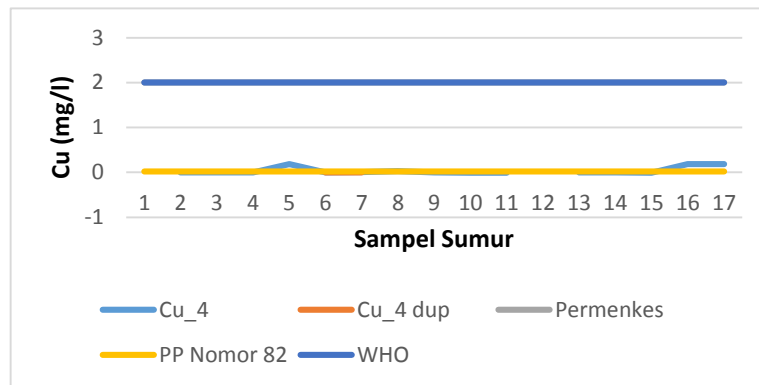
menggunakan air sumur untuk kebutuhan sehari-hari seperti makan, minum, mencuci dan lain-lain.

4.4.1 Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat Cu

Untuk masuk ke dalam suatu lingkungan, Cu (Tembaga) dapat masuk melalui bermacam-macam jalur dan dari bermacam-macam sumber. Secara global sumber masuknya unsur logam Cu dalam tatanan lingkungan adalah secara alamiah dan non-alamiah.

Secara alamiah, Cu dapat masuk ke dalam suatu tatanan lingkungan sebagai akibat dan berbagai peristiwa alam. Unsur ini dapat bersumber dari peristiwa (erosi) dan dari batuan mineral. Sumber lain adalah debu-debu dan atau pertikulat-partikulat Cu yang ada dalam lapisan udara, yang dibawa turun oleh air hujan. Dalam badan perairan laut diperkirakan proses alamiah ini memasok Cu sebesar 325.000 ton per-tahun. Melalui jalur non-alamiah, Cu masuk ke dalam suatu lingkungan sebagai akibat dari hasil manusia. Jalur aktivitas manusia ini memasukkan Cu ke dalam tatanan lingkungan ada bermacam-macam pula. Sebagai contoh adalah buangan industri yang memakai Cu dalam proses produksinya, industri galangan kapal karena digunakannya Cu sebagai campuran bahan pengawet, industri pengelolaan kayu, buangan rumah tangga, dan lain sebagainya (Heryando, 2008).

Melihat dari kondisi TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas dengan sistem Open Dumping yang pada dasarnya sistem tersebut sudah tidak disarankan lagi, maka dari itu kemungkinan masuknya Cu kedalam airtanah sangat mungkin serta memungkinkan Cu masuk kedalam tanah dikarenakan infiltrasi air hujan yang membawa Cu kepada airtanah. Berikut adalah grafik yang menunjukkan konsentrasi Cu yang ada pada lokasi penelitian :



Gambar 4.4 Grafik Konsentrasi Cu Dalam Airtanah

Keterangan* : Konsentrasi Cu diasumsikan setengah dari konsentrasi LOD yaitu : 0,051 mg/l

Konsentrasi Cu dalam airtanah pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa konsentrasi Cu pada lokasi TPA memiliki jarak antara 0,026 mg/l sampai 0,186 mg/l. Pada Gambar 4.4 menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat tertinggi berada pada Sumur 5 yaitu 0,186 mg/l. Namun konsentrasi logam yang ada pada sumur 5 tidak bermasalah jika dibandingkan dengan dua baku mutu yaitu Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010, dan *World Health Organization (WHO) standard for Heavy metals*. Akan tetapi hasil 0,186 mg/l pada sumur 5 melewati baku mutu yang ditetapkan oleh PP Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 0,02.

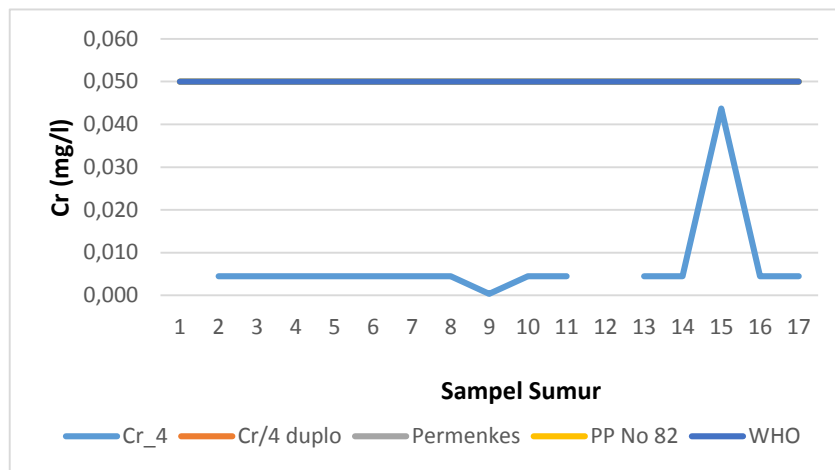
4.4.2 Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat Cr

Logam Cr dapat masuk ke dalam semua strata lingkungan, apakah itu pada strata perairan, tanah, ataupun udara (lapisan atmosfer). Cr yang masuk dalam strata lingkungan dapat datang dari berbagai macam sumber. Tetapi sumber-sumber masukan logam Cr ke dalam strata lingkungan yang umum dan diduga paling banyak adalah dari kegiatan-kegiatan perindustrian, kegiatan rumah tangga, dan dari pembakaran serta mobilisasi bahan-bahan bakar.

Dalam badan perairan Cr dapat masuk melalui dua cara yaitu secara alamiah dan secara non-alamiah. Masuknya Cr secara alamiah dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor fisika, seperti erosi (pengikisan) yang terjadi pada batuan mineral. Di samping itu debu-debu dan partikel-partikel Cr yang di udara akan dibawa turun oleh air hujan. Masuknya Cr yang terjadi secara non-alamiah lebih merupakan dampak atau efek dari aktivitas yang dilakukan manusia. Sumber-sumber Cr yang berkaitan dengan aktivitas manusia dapat berupa limbah atau buangan industri sampai buangan rumah tangga (Heryando, 2008).

Kondisi TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas, dapat mencemari airtanah, dikarenakan kondisi TPA yang menggunakan sistem *Open Dumping*

dimana sitem tersebut sudah tidak disarankan oleh pemerintah serta TPA pernah terjadi longsor. Hal itu menyebabkan masuknya Cr dalam airtanah mungkin terjadi serta melihat arah aliran airtanah pada **Gambar 4.2** memperlihatkan kondisi aliran dari TPA yang menuju pada pemukiman warga. Berikut adalah grafik yang menunjukan konsentrasi Cr yang ada pada lokasi penelitian :



Gambar 4.5 Grafik Konsentrasi Cr Dalam Airtanah

Keterangan* : Konsentrasi Cr diasumsikan setengah dari konsentrasi LOD yaitu : 0,009 mg/l

Konsentrasi Cr dalam airtanah pada Gambar 4.5 menunjukan bahwa Cr pada lokasi TPA memiliki jarak konsentrasi antara 0,005 mg/l sampai 0,044 mg/l. Pada Gambar 4.5 menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat tertinggi berada pada Sumur 15 yaitu 0,044 mg/l. Namun konsentrasi logam yang ada pada sumur 15 tidak bermasalah jika dibandingkan dengan tiga baku mutu yaitu Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010, *World Health Organization (WHO) standard for Heavy metals* dan PP Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 0,05.

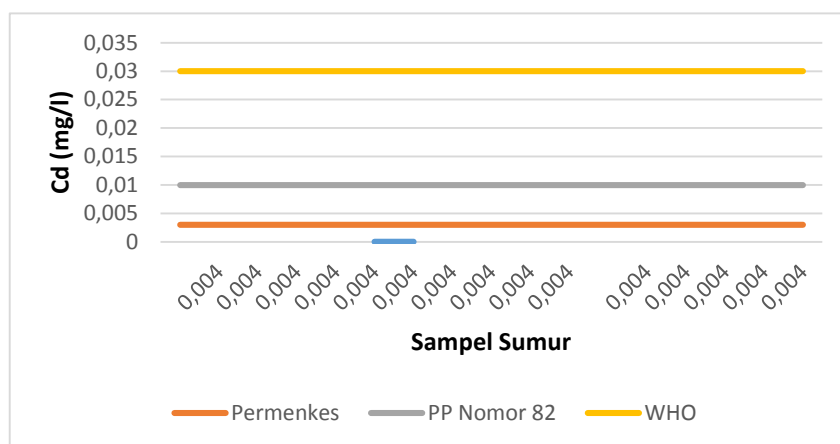
4.4.3 Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat Cd

Logam Cd dan bermacam-macam bentuk persenyawaan nya dapat masuk ke lingkungan, terutama merupakam efek sampingan dari aktivitas yang dilakukan manusia. Boleh dikatakan bahwa semua bidang industri yang melibatkan Cd dalam operasional industrinya menjadi sumber pencemaran Cd.

Dalam strata lingkungan, logam Cd dan persenyawaanya ditemukan dalam banyak lapisan. Secara sederhana dapat diketahui bahwa konsentrasi logam Cd daopat dijumpai di daerah-daerah penimbunan sampah dan aliran air hujan, selain

dalam air buangan. Seperti halnya merkuri dan logam-logam berat lainnya, logam Cd membawa sifat racun yang sangat merugikan bagi semua organisme hidup, bahkan juga sangat berbahaya bagi manusia (Heryando, 2008).

Penjelasan diatas jika dikaitkan dengan kondisi TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas, lokasi TPA dapat mencemari airtanah dikarenakan kondisi TPA yang tidak sesuai dan arah aliran airtanah yang menuju pada pemukiman warga. Berikut adalah grafik yang menunjukkan konsentrasi Cd yang ada pada lokasi penelitian :



Gambar 4.6 Grafik Konsentrasi Cd Dalam Airtanah

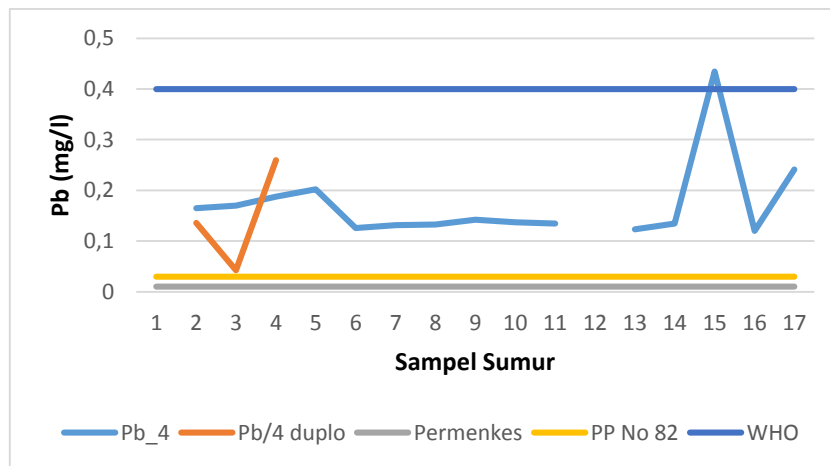
Keterangan* : Konsentrasi Cd diasumsikan setengah dari konsentrasi LOD yaitu : 0,007 mg/l

Konsentrasi Cd dalam airtanah setelah di analisis mendapatkan hasil seperti pada Gambar 4.6, semua sampel memiliki konsentrasi logam yang sama yaitu 0,004 mg/l artinya konsentrasi logam berat Cd tidak melebihi baku mutu yang sudah di tentukan dari Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010, *World Health Organization (WHO) standard for Heavy metals* dan PP Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 0,02.

4.4.4 Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat Pb`

Pb (timah hitam/timbal) dan persenyawaannya dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Secara alamiah, Pb dapan masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Di samping itu, proses korosifikasi dan batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin juga merupakan salah satu jalur sumber Pb

yang akan masuk ke dalam badan perairan (Heryando, 2008). Berikut adalah grafik yang menunjukkan konsentrasi Pb yang ada pada lokasi penelitian :



Gambar 4.7 Grafik Konsentrasi Pb Dalam Airtanah

Konsentrasi Pb dalam airtanah pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa konsentrasi Pb pada lokasi TPA memiliki jarak konsentrasi antara 0,120 mg/l sampai 0,435 mg/l. Pada Gambar 4.7 menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat tertinggi berada pada Sumur 15 yaitu 0,435 mg/l. Jika hasil analisis di bandingkan dengan baku mutu PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010, *World Health Organization (WHO) standard for Heavy metals* dan PP Nomor 82 Tahun 2001 semua sampel pada lokasi penelitian melebihi baku mutu dan sangat berbahaya bagi masyarakat sekitar karena masyarakat sekitar menggunakan airtanah sebagai kebutuhan pokok sehari-hari yaitu makan minum dan lain-lain. Senyawa Pb yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan dan minuman akan diikuti dalam proses metabolisme tubuh.

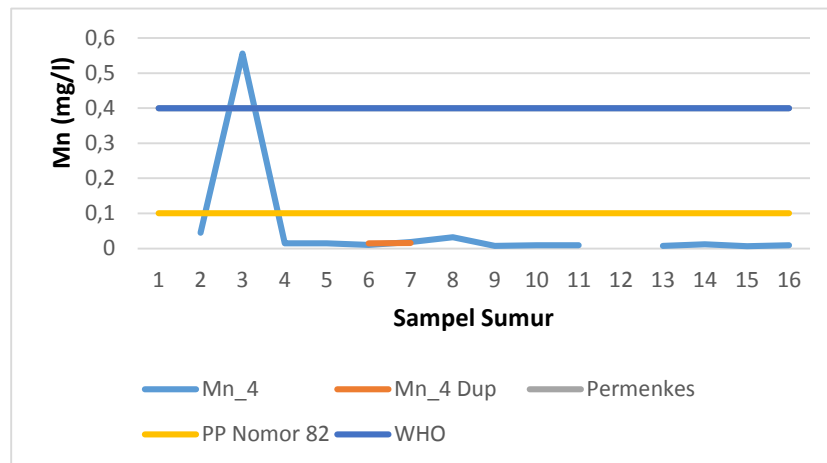
4.4.5 Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat Mn

Mangan adalah logam berwarna abu-abu putih. Mangan adalah unsur reaktif yang mudah menggabungkan dengan ion dalam air dan udara. Di bumi, mangan ditemukan dalam sejumlah mineral kimia yang berbeda dengan sifat fisiknya, tetapi tidak pernah ditemukan sebagai logam bebas di alam. Mineral yang paling penting adalah pyrolusite, karena merupakan mineral bijih utama untuk mangan. Kehadiran mangan dalam airtanah bersamaan dengan besi yang

berasal dari tanah dan bebatuan. Mangan dalam air berbentuk mangan bikarbonat ($Mn(HCO_3)_2$), mangan klorida ($MnCl_2$) dan mangan sulfat ($MnSO_4$)³.

(Andik, 2014).

Berikut adalah grafik yang menunjukkan konsentrasi Mn yang ada pada lokasi penelitian :



Gambar 4.8 Grafik Konsentrasi Mn Dalam Airtanah

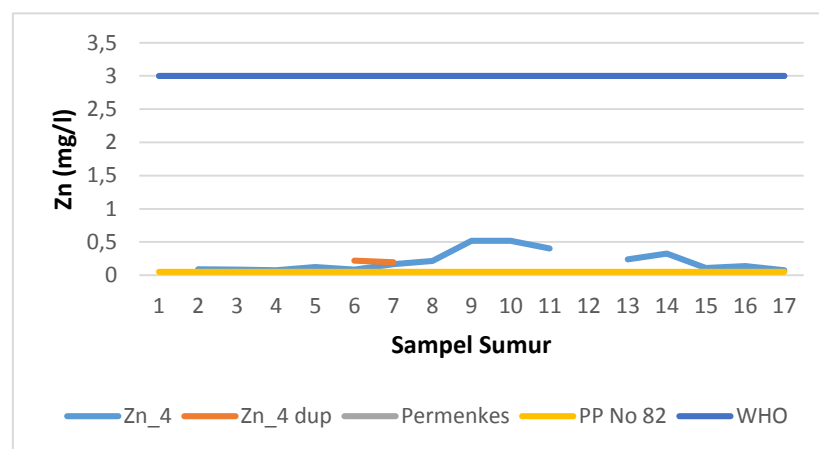
Konsentrasi Mn dalam airtanah pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa konsentrasi Mn pada lokasi TPA memiliki jarak konsentrasi antara 0,009 mg/l sampai 0,556 mg/l. Pada Gambar 4.8 menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat tertinggi berada pada Sumur 3 yaitu 0,555 mg/l. Jika hasil analisis di bandingkan dengan baku mutu PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010, *World Health Organization (WHO) standard for Heavy metals* dan PP Nomor 82 Tahun 2001 semua sampel pada lokasi penelitian tidak melebihi baku mutu terkecuali sumur 3 yang melebihi dari baku mutu.

4.4.6 Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat Zn

Seng (Zn) adalah komponen alam yang terdapat di kerak bumi. Zn adalah logam yang memiliki karakteristik cukup reaktif, berwarna putih-kebiruan, pudar bila terkena uap udara, dan terbakar bila terkena udara dengan api hijau terang. Zn dapat bereaksi dengan asam, basa dan senyawa non logam. Seng (Zn) dalam tidak berada dalam keadaan bebas, tetapi dalam bentuk terikat dengan unsur lain berupa mineral. Mineral yang mengandung Zn di alam bebas antara lain kalsium,

franklinite, smitkosit, willenit, dan zinkit (Widowati,2008). Seng juga merupakan salah satu bentuk materi anorganik yang sering menimbulkan berbagai permasalahan yang cukup serius pada perairan . penyebab terjadinya biasanya berasal dari masukan air yang terkontaminasi oleh limbah buangan industri dan pertambangan.

Berikut adalah grafik yang menunjukkan konsentrasi Zn yang ada pada lokasi penelitian :



Gambar 4.9 Grafik Konsentrasi Zn Dalam Airtanah

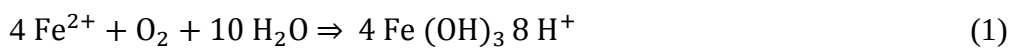
Konsentrasi Zn dalam airtanah pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa Zn pada lokasi TPA memiliki jarak konsentrasi antara 0,085 mg/l sampai 0,518 mg/l. Pada Gambar 4.9 menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat tertinggi berada pada Sumur 9 yaitu 0,517975mg/l.

Jika di bandingkan dengan baku mutu PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010,dan PP Nomor 82 Tahun 2001 semua sampel pada lokasi penelitian melebihi baku mutu. Sedangkan jika di bandingkan dengan *World Health Organization (WHO) standard for Heavy metals* maka semua sampel air di bawah batas maksimal baku mutu yang artinya aman bagi masyarakat.

4.4.7 Hasil Analisis Konsetrasi Logam Berat Fe

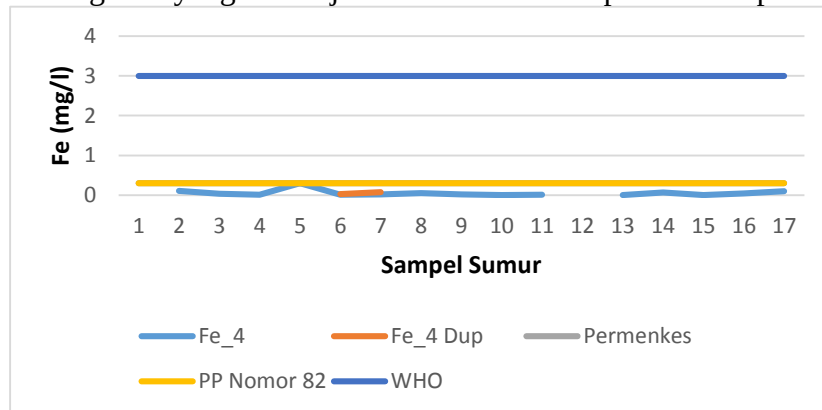
Sifat kimia perairan besi adalah sifat redoks, pembentukan kompleks dan metabolisme oleh mikroorganisme. Besi dengan bilangan oksidasi rendah, yaitu

Fe (II) umum ditemukan dalam airtanah dibandingkan Fe (III) karena airtanah tidak berhubungan dengan oksigen dan atmosfer, konsumsi oksigen bahan organik dalam media mikroorganisme sehingga menghasilkan keadaan reduksi dalam airtanah. Airtanah yang mengandung besi (II) mempunyai sifat unik. Dalam kondisi tidak ada oksigen airtanah yang mengandung besi (II) jernih. Begitu mengalami oksidasi oleh oksigen yang berasal dari atmosfer ion ferro akan berubah menjadi ion ferri dengan reaksi seperti berikut :



Pada pembentukan besi (III) oksidasi terhidrat yang tidak larut menyebabkan air berubah menjadi abu-abu (Apriani, 2011).

Berikut adalah grafik yang menunjukkan konsentrasi Fe pada lokasi penelitian :



Gambar 4.10 Grafik Konsentrasi Fe Dalam Airtanah

konsentrasi Fe dalam airtanah pada Gambar 4.10 menunjukkan bahwa Fe pada lokasi TPA memiliki jarak antara 0,007 mg/l sampai 0,303 mg/l. Pada Gambar 4.10 menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat tertinggi berada pada Sumur 5 yaitu 0,304 mg/l. Jika hasil analisis di bandingkan dengan baku mutu PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010, PP Nomor 82 Tahun 2001, dan *World Health Organization (WHO) standard for Heavy metals* maka semua sampel air di bawah batas maksimal baku mutu yang artinya aman bagi masyarakat.

4.5 Hubungan Airtanah Dengan Konsentrasi Logam Berat

Arah aliran airtanah sangat menentukan tinggi dan rendah nya konsentrasi logam berat pada suatu sampel. Hasil dari analisis logam berat pada seluruh sampel terdapat beberapa sumur yang konsentrasi logam berat pada air melebihi dari baku mutu. Adapun sumur warga yang melebihi baku mutu tertera pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Sampel Airtanah Melebihi Baku Mutu

Sampel	Kadar Logam Berat						
	Fe	Cd	Cr	Cu	Pb	Zn	Mn
Sumur 1							
Sumur 2	0,107	0,004	0,005	0,026	0,165	0,091	0,045
Sumur 3	0,039	0,004	0,005	0,026	0,170	0,085	0,556
Sumur 4	0,012	0,004	0,005	0,026	0,188	0,074	0,015
Sumur 5	0,304	0,004	0,005	0,186	0,202	0,121	0,014
Sumur 6	0,012	0,004	0,005	0,026	0,126	0,085	0,010
Sumur 7	0,025	0,004	0,005	0,026	0,131	0,166	0,018
Sumur 8	0,056	0,004	0,005	0,026	0,133	0,215	0,032
Sumur 9	0,020	0,004	0,005	0,026	0,142	0,518	0,007
Sumur 10	0,006	0,004	0,005	0,026	0,137	0,521	0,009
Sumur 11	0,010	0,004	0,005	0,026	0,135	0,402	0,009
Sumur 12							
Sumur 13	0,007	0,004	0,005	0,026	0,123	0,239	0,007
Sumur 14	0,067	0,004	0,005	0,026	0,135	0,327	0,012
Sumur 15	0,008	0,004	0,044	0,026	0,435	0,109	0,006
Sumur 16	0,043	0,004	0,005	0,185	0,120	0,139	0,009
Sumur 17	0,106	0,004	0,005	0,186	0,242	0,073	0,008

Keterangan* : Cd = Konsentrasi Cd diasumsikan setengah dari nilai LOD yaitu 0,007

Cr = Konsentrasi Cr diasumsikan setengah dari nilai LOD yaitu 0,009

Cu = Konsentrasi Cu diasumsikan setengah dari nilai LOD yaitu 0,051

Pada tabel diatas menjelaskan bahwa logam berat Fe dan Cd tidak melebihi baku mutu yang sudah ditetapkan. Akan tetapi logam berat seperti Cu, Zn, Pb, dan Mn melebihi baku mutu yang berarti hal tersebut sangat membahayakan warga sekitar. Hasil analisis ini belum dapat menyimpulkan bahwa konsentrasi logam berat di suatu sampel melebihi baku mutu disebabkan oleh pencemaran TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas dikarenakan terdapat

faktor lain yang harus di pertimbangkan seperti jenis material tanah yang bisa saja mempengaruhi tingginya konsentrasi logam berat.

4.6 Analisis Konsentrasi Logam Berat Berdasarkan Jenis Material Tanah

Pada sub bab 4.5 di jelaskan arah aliran airtanah bukanlah satu satu nya faktor yang dapat menyebabkan konsentrasi logam berat tinggi, namun bisa terjadi disebabkan oleh material di dalam tanah. Hal ini berkaitan dengan kedalaman airtanah, yang artinya semakin dalam nya sumur maka kemungkinan terkontaminasi oleh logam berat sangatlah kecil dikarenakan air terinfiltrasi terlebih dahulu oleh lapisan-lapisan tanah sebelum masuk ke airtanah. Namun dalam nya dapat juga menyebabkan konsentrasi logam berat pada airtanah, dikarenakan semakin dalamnya sumur maka semakin dekat dengan batuan-batuan alami.

Menurut informasi dari peta geologi lembar purwokerto dan tegal, jenis material tanah pada lokasi sampling yaitu batuan pasir dan batuan breksi, dimana batu breksi berasal dari aktivitas vulkanik dan batu pasir adalah dari sedimen. Formasi tapak yang ada di bagian atas tanah terdiri dari batupasir gamping dan napal berwarna hijau yang mengandung kepingan moluska dan mengandung material Cu (tembaga).

Jadi dapat disimpulkan bahwa konsentrasi logam berat Cu yang tinggi disebabkan oleh jenis material tanah yang ada di lokasi penelitian.

4.7 Analisis Konsentrasi Logam Berat Berdasarkan Daya Serap

Permeabilitas tanah sangat di pengaruhi oleh jarak dari sumber tertentu, pada kali ini berarti jarak TPA kepada masing-masing titik sampling harus diketahui. Adapun jarak dari TPA ke masing-masing titik sampling dapat dilihat pada Tabel 4.5,

Tabel 4.5 Jarak Lokasi Sampling

Lokasi Sampling	Jarak dari TPA ke lokasi titik sampling
Sumur 1	84 meter
Sumur 2	140 meter
Sumur 3	170 meter
Sumur 4	190 meter
Sumur 5	230 meter
Sumur 6	630 meter
Sumur 7	135 meter
Sumur 8	500 meter
Sumur 9	700 meter
Sumur 10	160 meter
Sumur 11	210 meter
Sumur 12	1 km
Sumur 13	1 km
Sumur 14	700 meter
Sumur 15	390 meter
Sumur 16	606 meter
Sumur 17	1 km

Permeabilitas batuan pasir sebesar 0,001 cm/detik, maka jika di koversikan ke satuan m/tahun, akan didapatkan hasil sebesar 1576 m/tahun. Dengan ini dapat diartikan bahwa satu tahun air akan mengalir lebih dari 1 km, sedangkan TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas didirikan pada tahun 1983. Maka dengan ini dapat disimpulkan bahwasannya tingginya logam berat Mn, Pb dan Zn dapat diindikasikan terkena dampak dari pengoperasian TPA dan hasil ini diperkuat lagi dengan kondisi arah aliran airtanah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan serangkaian pengujian yang dilakukan dengan tahap observasi lokasi, pengambilan sampel, pengujian sampel dan pembuatan laporan. Maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tingkat konsentrasi logam berat pada sumur-sumur warga teridentifikasi terdapat logam berat, baik yang melebihi baku mutu ataupun tidak melebihi baku mutu. Adapun logam yang teridentifikasi Cd (Cadmium), Fe (Besi), Cu (Tembaga), Pb (Timbal), Cr (kromium), Zn (Seng), dan Mn (Mangan) dan memiliki konsentrasi rata-rata yaitu Cd (Cadmium) 0,004 mg/l, Fe (Besi) 0,055 mg/l, Cu (Tembaga) 0,058 mg/l, Pb (Timbal) 0,172 mg/l, Cr (kromium) 0,007 mg/l, Zn (Seng) 0,211 mg/l, dan Mn (Mangan) 0,051 mg/l.
2. Arah aliran airtanah pada lokasi sampling menunjukkan bahwasannya aliran airtanah pada lokasi sampling bergerak pada arah timur, utara, timur laut, dan sesuai gaya gravitasi.
3. Peta pola aliran airtanah menunjukkan bahwasannya elevasi disekitar TPA lebih tinggi jika dibandingkan dengan elevasi lokasi sampel yang lain. Hal ini menyebabkan bahwa adanya indikasi pencemaran logam berat pada setiap titik sampling yang disebabkan oleh TPA. Akan tetapi terdapat faktor lain yang menyebabkan tingginya konsentrasi logam berat yaitu jenis material tanah. Untuk konsentrasi logam berat Cu Menurut formasi tapak yang ada, di bagian atas tanah terdiri dari batupasir gamping dan napal berwarna hijau yang mengandung kepingan moluska dan mengandung material Cu (tembaga) jadi dapat disimpulkan hal ini disebabkan oleh jenis material tanah. Sedangkan untuk Zn, Pb, Mn

disebabkan oleh pengoperasian TPA, hal ini diperkuat dengan daya serap batuan pasir yang setiap tahunnya air akan mengalir lebih dari 1 km, sedangkan pembangunan TPA sudah terjadi sejak 1983 dan jarak terjauh titik sampling dari TPA adalah 1 km.

5.2 Saran

Dalam rangka menindak lanjuti hasil studi yang dilakukan maka dapat disarankan sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penindakan lanjut oleh pemerintah setempat melihat kondisi airtanah warga yang digunakan untuk kehidupan sehari-hari tercemar oleh logam berat yang bersumber dari TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.
2. Perlu penelitian lebih lanjut untuk jenis-jenis material batuan di lokasi sampling, karena akan berguna untuk menduga pencemaran-pencemaran airtanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah Arifin, 2013. **Studi Eksprimental Komposisi Fisik dan Kimia Deposisi Sampah TPA Lappadde Pada Cell Open Dumping dan Sanitary Landfill**. Makasar : Jurusan Teknik sipil, Prodi Teknik Lingkungan Universitas Hassanudin.
- Anna Rejeki Simbolon, dkk. 2014. **Analisis Risiko Kesehatan Pencemaran Logam Berat Pada Air, Sedimen, dan Simping (Placuna Placenta) Di Pesisir Kabupaten Tangerang**. Bogor : Institute Pertanian Bogor.
- Ahmed Nur, dkk, 2012. **Groundwater Flow Patterns and Hydrochemical Facies Distribution Using Geographical Information System (GIS) in Damaturu, Northeast Nigeria**. Department of Geology, Modibbo Adama University of Technology, Yola, Nigeria Department of Geology, University of Maiduguri, Maiduguri, Nigeria.
- Apriani. 2011. **Analisa Konsentrasi Logam Berat Besi (Fe), Dan Kromium (Cr) Pada Sumur Artesis Dan Sumur Penduduk (Cincin) Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapa Atom (SSA) Di kelurahan Rejo Sari Kecamatan Tenayan Raya Kota Pekanbaru**. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru.
- C. G. Afrifa², F. G. Ofosu, dkk, 2015. **Health Risk Assessment of Heavy Metals Exposure From Soil Dust at Selected Fuel Filling Stations in Accra**. Ghana : National Nuclear Research Institute, Ghana Atomic Energy Commission and University of Ghana.
- Direktorat Jenderal PP dan PL Kementrian Kesehatan, 2012. **Pedoman Anilisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)**. Bakti Husada.
- Erni Mahluddin Yatim, dan Mukhlis. 2013, **Pengaruh Lindi (Leachate) Sampah terhadap Air Sumur Penduduk Sekitar Tempat Pembuangan Sampah (TPA) Air Dingin**. Padang : Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.

- Drs. Heryando Polar, 2008. **Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat**. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Foth, H.D, 1984, **Dasar-dasar Ilmu Tanah**, Terjemahan Purbayani, E.D., D.R. Lukiwati, dan R.Trimulatsih, Gajah Mada Unive, Yogyakarta, hlm. 781.
- Fr. Dian Ekarini, S.Si, 2015. **Aplikasi Gis Untuk Pemetaan Pola Aliran Airtanah di Kawasan Borobudur**. Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, Yogyakarta. Forum Geografi, Vol. 22, No. 1, Juli 2008: 145-158.
- Gatot H. Pranomo, 2008. **Akurasi Metode IDW dan Kriging Untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi Di Maros, Sulawesi Selatan**.
- Hamdani Abdulgani, 2013. **Perencanaan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Dengan Sistem Sanitary Landfill Di TPA Pecuk Kabupaten Indramayu**. Indramayu : Sipil Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra Indramayu.
- Isa Baba Koki, dkk, 2015. **Health Risk Assessment of Heavy Metals In Water, Air, Soil, and Fish**. Nigeria Department of Chemistry, Northwest University and Department of Chemistry, Bayero University.
- Ir. Wanny Adidarma Dipl.H. 1982. **Mengenal Dasar-dasar Hidrologi**. Bandung : Penerbit NOVA.
- J. Paul Guyer, P.E., R.A. 2009. **Introduction to Sanitary Landfills**. American Society of Civil Engineers and National Society of Professional Engineers.
- Juwitriani Alwi , dkk, 2015. **Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Timbal (Pb) Pada Masyarakat Yang Mengonsumsi Kerang Kalandue (Polymesoda erosa) Dari tambak Sekitar Sungai Wanggu dan Muara Teluk Kendari**. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Halu Oleo.
- LAKIP, 2012. **Jenis-Jenis Tanah Kabupaten Banyumas**. Kabupaten Banyumas.
- Munawaroh, 2010. **Laporan Praktikum Geohidrologi**. Yogyakarta: Lab. Hidrologi dan Kualitas Air F. Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Musa.O.K, dkk ,2013. **Heavy Metal Concentration in Groundwater around Obajana and Its Environs, Kogi State, North Central Nigeria**.

- Department of Geology Federal University, Departments of Mineral Resources Engineering Kogi State Polytechnic, Lokoja, Departments of Geology Ahmadu Bello University Zaria, Kaduna State.
- Nuraini, Iqbal, Sabhan, 2015. **Analisis Logam Berat Dalam Air Minum Isi Ulang (AMIU) Dengan Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)**, Jurusan Fisika Fakultas MIPA, Universitas Taduluko.
- NCGIA. 2007. **Interpolation: Inverse Distance Weighting**. <http://www.ncgia.ucsb.edu/pubs/spherekit/inverse.html> (23 Juni 2008).
- Putra Amntha Hasibuan, dkk, 2011. **Studi Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Dengan Metode Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kota Tebing Tinggi**. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Sutandi Maria Christine, 2012. **Airtanah**. Bandung : Jurusan teknik sipil Universitas Kristen Maranatha.
- Subardja, D., S., dkk . 2014. **Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional**. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Suprihanto Notodarmojo, 2005. **Pencemaran Tanah dan Airtanah**. Bandung : Institute Teknologi Bandung.
- Syahrul Basri, Emmi Bujawati, Munawir Amansyah, Habibi , samsiana, 2014. **Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan (Model Pengukuran Risiko Pencemaran Udara terhadap Kesehatan)**. Makasar: UIN Alauddin.
- Saldanela, dkk, 2015. **Pemetaan Pola Aliran Airtanah Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kawasam Tampan Kota Pekanbaru**. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Widowati, Wahyu, dkk. 2008. **Efek Toksik Logam**. Yogyakarta: ANDI.
- Winni R.E. Tumanggor, dkk, 2012. **Analisis Konsentrasi 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**. Departement Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara Medan.

LAMPIRAN

1. Daftar Sumur Warga

No Sumur	No Lab	Tanggal	Nama Petugas	Pemilik Sumur	Alamat	Koordinat		Elevasi	Sumur Tahun	Jenis Sumur	H	h	p	D	Suhu	PH	TDS	DHL	Catatan
						X	Y				Kedalaman	Tinggi Sumur	Muka Air Tanah	Diameter					
1		12/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Pak Krawin	Gedung Randu, Desa Gunung Tugel, Kecamatan Pantik Raja, Kabupaten Banyumas	305757	9174228	142		Sumur Bor		1		0,75					Tidak Ada Air
2		12/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Pak Krawin	Gedung Randu, Desa Gunung Tugel, Kecamatan Pantik Raja, Kabupaten Banyumas	305701	9174221	119,17		Sumur Bor	12	0,8	2,83	0,8	28°C	7	77,72,79	0,119	air digunakan untuk kebutuhan sehari hari, seperti mencuci, memasak, mandi, dalam 1 hari dapat menggunakan 6 ember air.
3		12/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Pak Sardi	Gedung Randu, Desa Gunung Tugel, Kecamatan Pantik Raja, Kabupaten Banyumas	305977	9174111	95,9	2014	Sumur Gali	4	0,3	0,1	0,015	78°C	6	167,155,155	0,224,0,216,0,207	Hanya untuk mencuci dan mandi
4		12/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Pak Kirno	Gedung Randu, Desa Gunung Tugel, Kecamatan Pantik Raja, Kabupaten Banyumas	306028	9174210	115,1	2002	Sumur Gali	12	1	1,9	1	28°C	6,6	199,192,192	0,289, 0,288, 0,279	Digunakan oleh 5 rumah, rata rata penggunaan per hari yaitu 10 ember
5		12/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Mushola	Gedung Randu, Desa Gunung Tugel, Kecamatan Pantik Raja, Kabupaten Banyumas	306065	9174172	109	2016	Sumur Bor	12	1	6	1	29°C	6,8	195	0,293	Hanya digunakan untuk berwudhu
6		12/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Ibu Warkem	RT 05/06, Gedung Randu, Desa Gunung Tugel, Kecamatan Pantik Raja, Kabupaten Banyumas	306435	9174005	109,87	1997	Sumur Gali	12	1	4,13	1	27°C	7	169	0,240, 0,253, 0,253	air digunakan untuk kebutuhan sehari hari, seperti mencuci, memasak, mandi, dalam 1 hari dapat menggunakan 5 ember air.
7		12/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Pak Sardi	RT 04/06, Gedung Randu, Desa Gunung Tugel, Kecamatan Pantik Raja, Kabupaten Banyumas	305965	9174158	95	2015	Sumur Bor	24	1	12	1	29°C	7,4	479, 480, 479	0, 676, 0,719, 0,719	Digunakan untuk 4 KK > 20 orang, untuk makan, minum dll
8		12/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Ibu Pancong		305568	9173783	88,93		Sumur Gali		0,3	2,07	1 m	28°C	6,7	169, 171, 171	0,255,0,255, 0,249	

9	12/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Ibu Rasmini	RT 03/06, Gedung Randu, Desa Gunung Tugel, Kecamatan Pantik Raja, Kabupaten Banyumas	305378	9173680	88,4	2012	Sumur Gali	10	1	7,6	1	28°C	6,7	164, 154, 165	0,234, 0, 234, 0,234	Digunakan oleh 3 rumah, 12 orang, per hari 10 ember untuk kebutuhan sehari hari
10	13/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Ibu Nilem	RT 04/06, Gedung Randu, Desa Gunung Tugel, Kecamatan Pantik Raja, Kabupaten Banyumas	305997	9174239	117,5	1990	Sumur Gali	15	0,75	6,5	0,84	28°C	6,6	201, 205, 206	0, 302,0,286, 0,272	Digunakan untuk 2 keluarga (5orang)
11	13/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Ibu Tarsiti	RT 04/06, Gedung Randu, Desa Gunung Tugel, Kecamatan Pantik Raja, Kabupaten Banyumas	306045	9174250	118	2015	Sumur Bor	60	1	10	1	27°C	6,9	232	0,347, 0,348, 0,348	Digunakan oleh 1 rumah terdiri dari 5 orang, per hari > 10 ember
12	13/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Ibu Mambo	RT04/06, Pamujan, Purwokerto selatan	306915	9174310	101,3	1987	Sumur Gali	15	0,73	8,7	0,9					
13	13/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Pak Iman	RT 07/10, Kelurahan Teluk, Kecamatan Purwokerto Selatan	306412	9175210	101	2005	Sumur Gali	12	1	8	0,8	28°C	6,1	69, 69,67	0, 103, 0,103, 0, 103	dalam waktu 1 hari mendapatkan 2 kubik
14	13/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Ibu Minah	RT02/08, Karanglasem	305893	9174900	109,1	2001	Sumur Gali	11	1	4,9	1	28°C	6,8	117,116, 117	0,174, 0,170, 0,175	
15	13/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Ibu Mukminah	RT 03/08 Karanglesen	305789	9174590	107	2000	Sumur Gali	11	0,2	6	1	28°C	7,1	125,125,125	0,192,0,188,0,187	Untuk masjid, makan, mandi dll
16	13/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Sumur Masjid	RT 6, Desa kedung randung, kecamatan krenteng	305506	9173699	85	1990	sumur gali	16	1	8	1	28°C	7,5	191,191,192	0,288, 0,287, 0,288	
17	13/05/2017	Tegar Ramadiansyah	Ruswanti	Pamujan, RT 06/10 Kelurahan Teluk, Kecamatan Purwokerto Selatan	306319	9175075	93,1	1998	Sumur gali	9	1	4,9	1	28°C		75,75,75	0,114, 0,115, 0, 114	

2. Lembar Data Lapangan

SNI 6989.58:2008

Lampiran B (informatif) Contoh lembar data lapangan

No. Sumur : No. Lab. :	Tanggal : Nama Petugas :
Pemilik Sumur : Alamat : Lingkungan/Desa : Kecamatan : Kabupaten/Kota :	Koordinat X : Y : Elevasi : Topo map no. : Skala 1 :
Konstruksi : Sumur tahun :	Jenis Sumur :
Sumur gali Sumur pantek/bor Keterangan : H = (m) Kedalaman sumur h = (m) Tinggi sumur p = (m) Muka air tanah D = (m) Diameter	
Data Parameter Lapangan	
Catatan :	

3. Baku Mutu

World Health Organization (WHO) standard for Heavy metals

S/N	Metal	Highest Desirable mg/l	Max. Desirable mg/l
1	Fe	1.0	3.0
2	Cu	0.5	2.0
3	Zn	1.0	3.0
4	Pb	0.4	0.4
5	Ni	0.01	0.02
6	Cr	0.05	0.05
7	Cd	0.003	0.03
8	As	0.01	0.01
9	Ba	0.05	0.05
10	Hg	0.001	0.001
11	Sb	0.01	0.02
12	Sn	0.01	1.0
13	Se	0.01	0.01
14	Mn	0.4	0.4



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran
Peraturan Menteri Kesehatan
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010
Tanggal : 19 April 2010

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO_2^-)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO_3^-)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	$^{\circ}\text{C}$	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Klorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5

LAMPIRAN

PERATURAN PEMERINTAH

NOMOR 82 TAHUN 2001

TANGGAL 14 DESEMBER 2001

TENTANG

PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas.

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Tempelatur	°C	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 5	Deviasi temperatur dari keadaan alaminya
Residu Terlarut	mg/ L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/ L
KIMIA ANORGANIK						
pH		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total Fosfat sbg P	mg/L	0,2	0,2	1	5	
NO ₃ sebagai N	mg/L	10	10	20	20	
NH ₃ -N	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka $\leq 0,02$ mg/L sebagai NH ₃
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Khrom (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,01	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/L
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe ≤ 5 mg/L
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb $\leq 0,1$ mg/L
Mangan	mg/L	0,1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn ≤ 5 mg/L
Khlorida	mg/l	600	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fluorida	mg/L	0,5	1,5	1,5	(-)	

4. Data Hasil Analisis Logam Berat

Fe (Besi)

No	Sumur	Fe_4	Fe_4 Dup	Permenkes No 492	PP Nomor 82	WHO
1	Sumur 1			0,3	0,3	3
2	Sumur 2	0,107	0,105	0,3	0,3	3
3	Sumur 3	0,039		0,3	0,3	3
4	Sumur 4	0,012	0,020	0,3	0,3	3
5	Sumur 5	0,304		0,3	0,3	3
6	Sumur 6	0,012	0,029	0,3	0,3	3
7	Sumur 7	0,025	0,082	0,3	0,3	3
8	Sumur 8	0,056		0,3	0,3	3
9	Sumur 9	0,020		0,3	0,3	3
10	Sumur 10	0,006		0,3	0,3	3
11	Sumur 11	0,010		0,3	0,3	3
12	Sumur 12			0,3	0,3	3
13	Sumur 13	0,007		0,3	0,3	3
14	Sumur 14	0,067		0,3	0,3	3
15	Sumur 15	0,008	0,004	0,3	0,3	3
16	Sumur 16	0,043		0,3	0,3	3
17	Sumur 17	0,106		0,3	0,3	3

Mn (Mangan)

No	Sumur	Mn_4	Mn_4 Dup	Permenkes no 492	PP Nomor 82	WHO
1	Sumur 1			0,4	0,1	0,4
2	Sumur 2	0,045	0,028	0,4	0,1	0,4
3	Sumur 3	0,556		0,4	0,1	0,4
4	Sumur 4	0,015	0,009	0,4	0,1	0,4
5	Sumur 5	0,014		0,4	0,1	0,4
6	Sumur 6	0,010	0,014	0,4	0,1	0,4
7	Sumur 7	0,018	0,015	0,4	0,1	0,4
8	Sumur 8	0,032		0,4	0,1	0,4
9	Sumur 9	0,007		0,4	0,1	0,4
10	Sumur 10	0,009		0,4	0,1	0,4
11	Sumur 11	0,009		0,4	0,1	0,4
12	Sumur 12			0,4	0,1	0,4
13	Sumur 13	0,007		0,4	0,1	0,4
14	Sumur 14	0,012		0,4	0,1	0,4
15	Sumur 15	0,006	0,008	0,4	0,1	0,4
16	Sumur 16	0,009		0,4	0,1	0,4
17	Sumur 17	0,008		0,4	0,1	0,4

Cd (Kadmium)

No	Sumur	Cd_4	Permenkes no 492	PP Nomor 82	WHO
1	Sumur 1		0,003	0,01	0,03
2	Sumur 2	0,004	0,003	0,01	0,03
3	Sumur 3	0,004	0,003	0,01	0,03
4	Sumur 4	0,004	0,003	0,01	0,03
5	Sumur 5	0,004	0,003	0,01	0,03
6	Sumur 6	0,004	0,003	0,01	0,03
7	Sumur 7	0,004	0,003	0,01	0,03
8	Sumur 8	0,004	0,003	0,01	0,03
9	Sumur 9	0,004	0,003	0,01	0,03
10	Sumur 10	0,004	0,003	0,01	0,03
11	Sumur 11	0,004	0,003	0,01	0,03
12	Sumur 12		0,003	0,01	0,03
13	Sumur 13	0,004	0,003	0,01	0,03
14	Sumur 14	0,004	0,003	0,01	0,03
15	Sumur 15	0,004	0,003	0,01	0,03
16	Sumur 16	0,004	0,003	0,01	0,03
17	Sumur 17	0,004	0,003	0,01	0,03

Keterangan : Nilai ND dibawah konsentrasi LOD yaitu : 0,007 mg/l

Cu (Tembaga)

No	Sumur	Cu_4	Permenkes no 492	PP Nomor 82	WHO
1	Sumur 1		2	0,02	2
2	Sumur 2	0,026	2	0,02	2
3	Sumur 3	0,026	2	0,02	2
4	Sumur 4	0,026	2	0,02	2
5	Sumur 5	0,186	2	0,02	2
6	Sumur 6	0,026	2	0,02	2
7	Sumur 7	0,026	2	0,02	2
8	Sumur 8	0,026	2	0,02	2
9	Sumur 9	0,026	2	0,02	2
10	Sumur 10	0,026	2	0,02	2
11	Sumur 11	0,026	2	0,02	2
12	Sumur 12		2	0,02	2
13	Sumur 13	0,026	2	0,02	2
14	Sumur 14	0,026	2	0,02	2
15	Sumur 15	0,026	2	0,02	2
16	Sumur 16	0,185	2	0,02	2
17	Sumur 17	0,186	2	0,02	2

Keterangan : Nilai ND dibawah konsentrasi LOD yaitu : 0,051 mg/l

Zn (Seng)

No	Sumur	Zn_4	Zn_4 dup	Permenkes no 492	PP No 82	WHO
1	Sumur 1			3	0,05	3
2	Sumur 2	0,091	0,082	3	0,05	3
3	Sumur 3	0,085		3	0,05	3
4	Sumur 4	0,074	0,044	3	0,05	3
5	Sumur 5	0,121		3	0,05	3
6	Sumur 6	0,085	0,219	3	0,05	3
7	Sumur 7	0,166	0,194	3	0,05	3
8	Sumur 8	0,215		3	0,05	3
9	Sumur 9	0,518		3	0,05	3
10	Sumur 10	0,521		3	0,05	3
11	Sumur 11	0,402		3	0,05	3
12	Sumur 12			3	0,05	3
13	Sumur 13	0,239		3	0,05	3
14	Sumur 14	0,327		3	0,05	3
15	Sumur 15	0,109	0,064	3	0,05	3
16	Sumur 16	0,139		3	0,05	3
17	Sumur 17	0,073		3	0,05	3

Pb (Timbal)

No	Sumur	Pb_4	Pb/4 duplo	Permenkes no 492	PP No 82	WHO
1	Sumur 1			0,01	0,03	0,4
2	Sumur 2	0,165	0,136	0,01	0,03	0,4
3	Sumur 3	0,170	0,042	0,01	0,03	0,4
4	Sumur 4	0,188	0,260	0,01	0,03	0,4
5	Sumur 5	0,202		0,01	0,03	0,4
6	Sumur 6	0,126		0,01	0,03	0,4
7	Sumur 7	0,131	0,130	0,01	0,03	0,4
8	Sumur 8	0,133		0,01	0,03	0,4
9	Sumur 9	0,142	0,160	0,01	0,03	0,4
10	Sumur 10	0,137		0,01	0,03	0,4
11	Sumur 11	0,135		0,01	0,03	0,4
12	Sumur 12			0,01	0,03	0,4
13	Sumur 13	0,123		0,01	0,03	0,4
14	Sumur 14	0,135		0,01	0,03	0,4
15	Sumur 15	0,435	0,133	0,01	0,03	0,4
16	Sumur 16	0,120		0,01	0,03	0,4
17	Sumur 17	0,242		0,01	0,03	0,4

Cr (Kromium)

No	Sumur	Cr_4	Permenkes no 492	PP No 82	WHO
1	Sumur 1		0,05	0,05	0,05
2	Sumur 2	0,005	0,05	0,05	0,05
3	Sumur 3	0,005	0,05	0,05	0,05
4	Sumur 4	0,005	0,05	0,05	0,05
5	Sumur 5	0,005	0,05	0,05	0,05
6	Sumur 6	0,005	0,05	0,05	0,05
7	Sumur 7	0,005	0,05	0,05	0,05
8	Sumur 8	0,005	0,05	0,05	0,05
9	Sumur 9	0,005	0,05	0,05	0,05
10	Sumur 10	0,005	0,05	0,05	0,05
11	Sumur 11	0,005	0,05	0,05	0,05
12	Sumur 12		0,05	0,05	0,05
13	Sumur 13	0,005	0,05	0,05	0,05
14	Sumur 14	0,005	0,05	0,05	0,05
15	Sumur 15	0,044	0,05	0,05	0,05
16	Sumur 16	0,005	0,05	0,05	0,05
17	Sumur 17	0,005	0,05	0,05	0,05

Keterangan : Nilai ND dibawah konsentrasi LOD yaitu : 0,009 mg/l

5. Citra

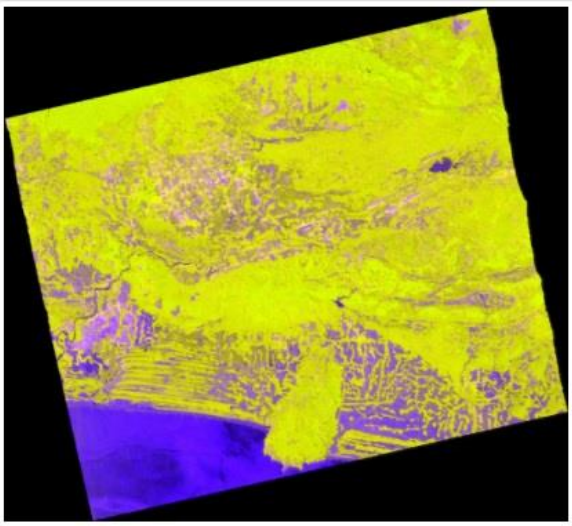
Dataset: [ALOS](#)
Granule: [ALPSRP145077030](#)

Granule Details

ALOS PALSAR

- Acquisition Date: 2008-10-14
- Beam mode: FBD
- Path: 433
- Frame: 7030
- Ascending/Descending: Ascending
- Polarization: HH+HV
- Off Nadir Angle: 34.3°
- Faraday rotation: -1.36°
- Absolute Orbit: 14507
- Frequency: L-Band

Products	Download
Level 1.0 (420.57 MB)	+ Queue ⬇ Download
Level 1.1 Complex (1.20 GB)	+ Queue ⬇ Download
Level 1.5 Image (92.92 MB)	+ Queue ⬇ Download
Hi-Res Terrain Corrected (331.23 MB)	+ Queue ⬇ Download



Full Resolution Browse Image

6. Dokumentasi



(a)



(b)

Gambar 1. Pengambilan sampel air pada sumur warga yang ditentukan dengan metode *purposive sampling*, selain sampel air pengambilan titik koordinat, mencari tahu elevasi tanah dan tinggi muka airtanah pada masing-masing sumur berguna untuk membuat peta pola aliran airtanah (a) dan Pengukuran pH menggunakan alat pH meter dilakukan bersamaan pada saat pengambilan sampel bertujuan agar pH yang diambil tidak berubah secara signifikan (b).



(a)



(b)

Gambar 2. Sampel airtanah (a) yang akan diuji ditempatkan pada ruangan yang memiliki suhu stabil agar mempermudah pengujian konsentrasi logam berat, dan pengujian TDS pada sampel airtanah (b) dilakukan di laboratorium Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII.



(a)



(b)

Gambar 3. Destruksi sampel pada lemari asam (a) dilakukan untuk memisahkan konsentrasi murni logam berat dengan zat-zat yang ada pada airtanah menggunakan larutan HNO_3 , Sehingga dapat terbaca oleh mesin AAS Flame (b)

7. Tabel Limit Of Detection

DATA LOD LOGAM Cu

No	Abs	C	Ci-Crt	(Ci-Crt) ²
1	0,044	0,001	-2,410	5,807
2	0,045	0,009	-2,402	5,769
3	0,043	-0,007	-2,418	5,845
4	0,046	0,017	-2,394	5,731
5	0,044	0,001	-2,410	5,807
6	0,048	0,033	-2,378	5,656
7	0,05	0,049	-2,362	5,581
8	0,044	0,001	-2,410	5,807
9	0,047	0,025	-2,386	5,693
10	0,046	0,017	-2,394	5,731
		0,015		57,424
	sd =	0,017		2,526
	LOD	0,051		
	LOQ	0,171		

Yogyakarta, 6 September 2017


 Tasyono
 Analis

Gambar 4. Tabel Limit Of Detection Cu

DATA LOD LOGAM Cr

No	Abs	C	Ci-Crt	(Ci-Crt)2
1	0,004	0,023	0,021	0,000
2	-0,001	0,016	0,014	0,000
3	0,004	0,023	0,021	0,000
4	0	0,018	0,015	0,000
5	0	0,018	0,015	0,000
6	0,002	0,020	0,018	0,000
7	0	0,018	0,015	0,000
8	0,004	0,023	0,021	0,000
9	0,003	0,022	0,019	0,000
10	0,005	0,024	0,022	0,000
		0,020		0,003
	sd =	0,003		0,019
	LGD =	0,009		
	LOQ =	0,030		

Yogyakarta, 6 September 2017



Tasyono
Analisis

Gambar 5. Tabel Limit Of Detection Cr

DATA LOD LOGAM Cd				
No	Abs	C	Ci Crt	(Ci-Crt)2
1	0,0066	0,011	0,002	0,000
2	0,005	0,008	-0,001	0,000
3	0,0041	0,006	-0,002	0,000
4	0,007	0,011	0,003	0,000
5	0,005	0,008	-0,001	0,000
6	0,005	0,008	-0,001	0,000
7	0,0053	0,008	0,000	0,000
8	0,007	0,011	0,003	0,000
9	0,004	0,006	-0,002	0,000
10	0,004	0,006	-0,002	0,000
		0,008		0,000
	sd =	0,002		0,002
	LOD	0,007		
	LOQ	0,022		

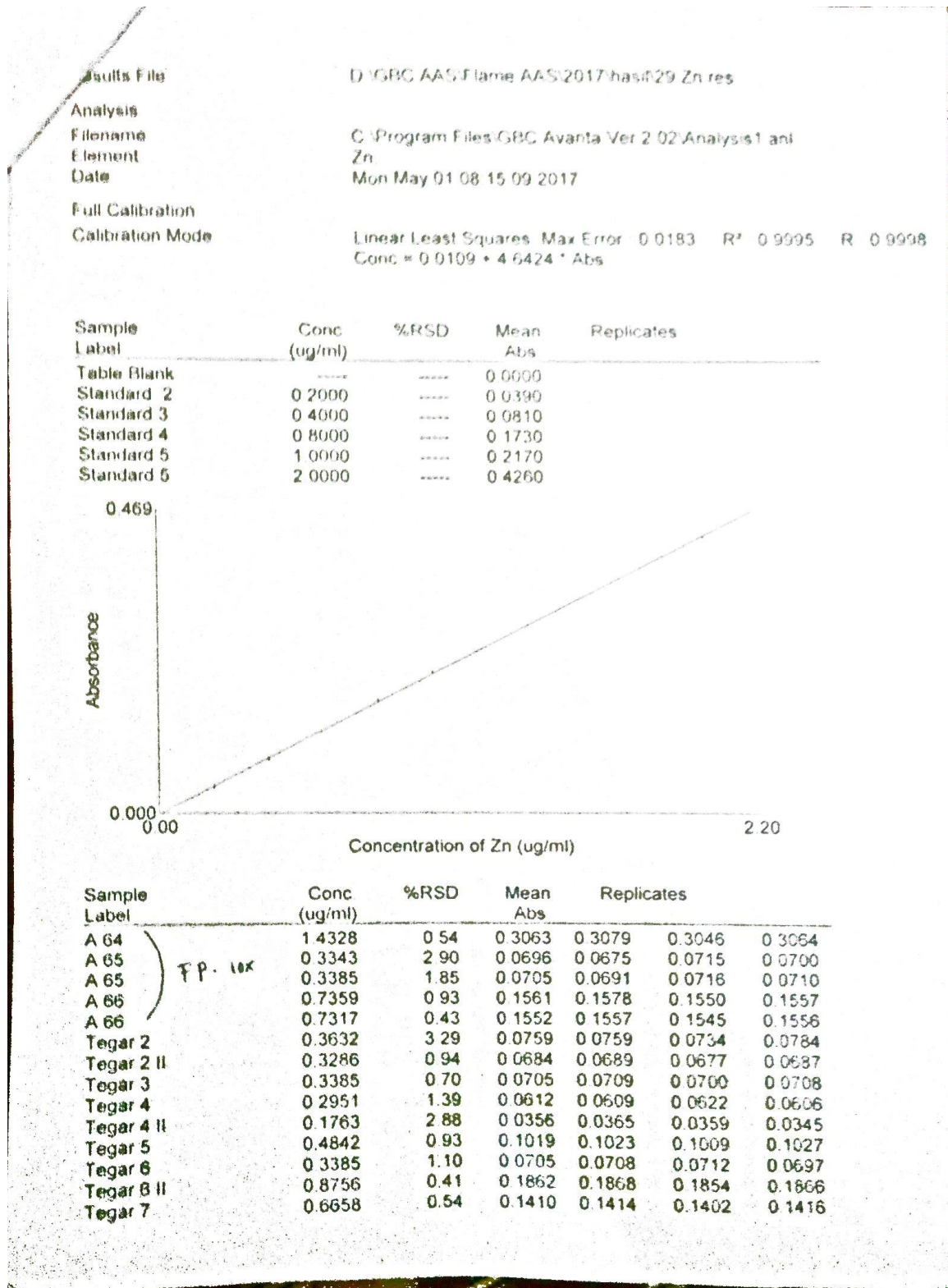
Yogyakarta, 6 September 2017



Tasyono
Analisis

Gambar 6. Tabel Limit Of Detection Cd

8. Hasil Pengujian Konsentrasi Logam Berat Dengan AAS



Gambar 8. Hasil Pengujian Logam Berat Zn

Analysis

Date

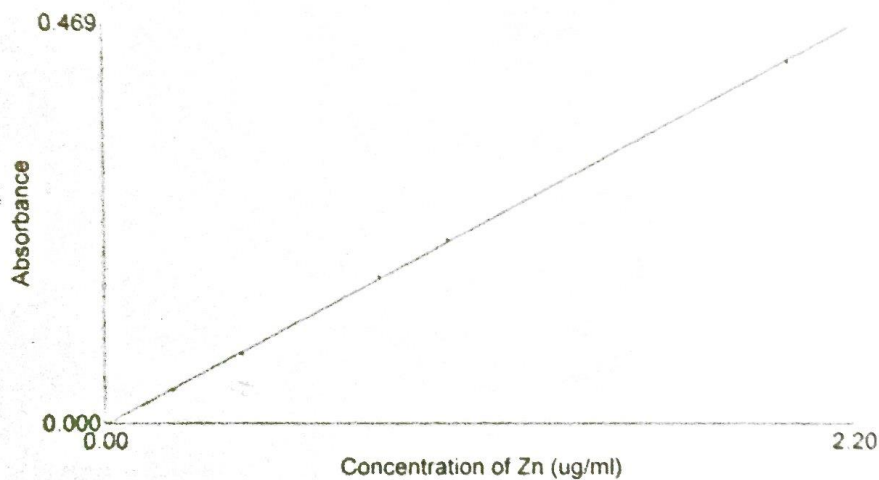
Mon May 01 08:33:25 2017

Full Calibration

Calibration Mode

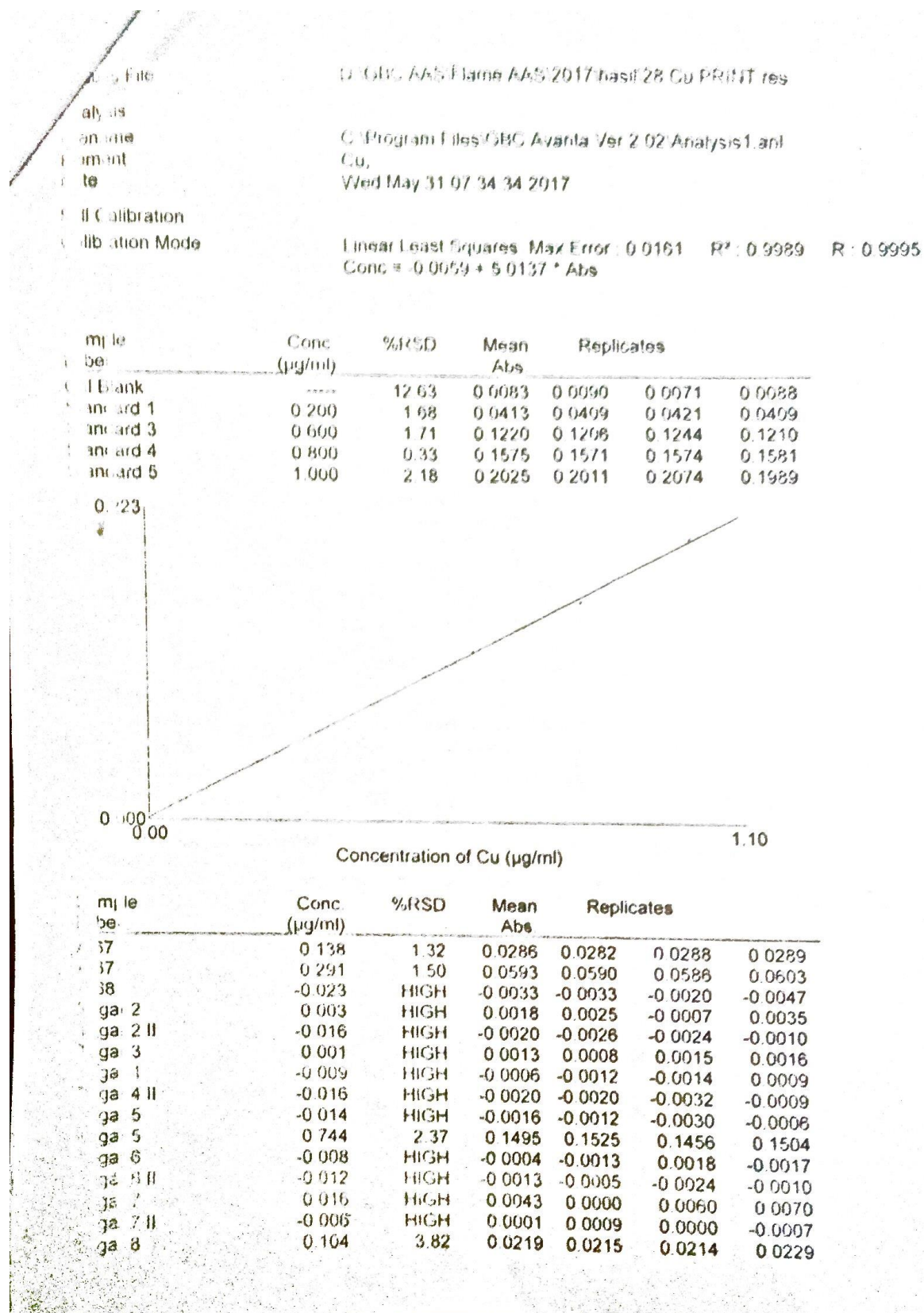
Linear Least Squares Max Error : 0.0183 R² : 0.9995 R : 0.9998
 Conc = 0.0109 + 4.6424 * Abs

Sample Label	Conc. (ug/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Table Blank	-----	-----	0.0000	
Standard 2	0.2000	-----	0.0390	
Standard 3	0.4000	-----	0.0810	
Standard 4	0.8000	-----	0.1730	
Standard 5	1.0000	-----	0.2170	
Standard 5	2.0000	-----	0.4260	



Sample Label	Conc. (ug/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Tegar 14	1.3065	0.18	0.2791	0.2787 0.2796 0.2788
Tegar 15	0.4351	1.10	0.0914	0.0903 0.0923 0.0914
Tegar 15 II	0.2579	0.29	0.0532	0.0532 0.0533 0.0530
Tegar 16	0.6558	0.23	0.1389	0.1392 0.1387 0.1386
Tegar 17	0.2924	1.31	0.0606	0.0615 0.0603 0.0600
Wisnu 1 I	0.3410	1.28	0.0711	0.0707 0.0721 0.0704
Wisnu 1 II	0.3520	1.98	0.0735	0.0748 0.0736 0.0719
Wisnu 2	0.3378	0.54	0.0704	0.0702 0.0701 0.0708
Wisnu 2 II	1.1497	1.14	0.2453	0.2481 0.2452 0.2425
Wisnu 3	0.8597	1.30	0.1828	0.1837 0.1846 0.1801
Wisnu 4	0.2403	2.41	0.0494	0.0507 0.0490 0.0484
Wisnu 4	0.2403	2.91	0.0494	0.0510 0.0488 0.0483
Wisnu 5	0.2892	0.93	0.0599	0.0600 0.0604 0.0593
Wisnu 6	0.2360	2.04	0.0485	0.0491 0.0489 0.0473
Wisnu 6 II	0.4309	2.65	0.0905	0.0932 0.0892 0.0889
Wisnu 7	0.3927	1.17	0.0822	0.0826 0.0829 0.0811

Gambar 9. Hasil Pengujian Logam Berat Zn



Gambar 10. Hasil Pengujian Logam Berat Zn

Conc (µg/ml)	%RSD	Mean Abs	Replicates			
0.012	HIGH	-0.0012	0.0312	-0.0012	-0.0036	
0.016	HIGH	-0.0020	-0.0019	-0.0011	-0.0029	
0.015	HIGH	-0.0018	-0.0028	-0.0022	-0.0004	
0.008	HIGH	-0.0004	-0.0020	-0.0017	0.0026	
0.010	HIGH	-0.0009	0.0002	-0.0007	-0.0022	
0.017	HIGH	-0.0022	-0.0042	-0.0014	-0.0011	
0.004	HIGH	0.0003	0.0022	0.0003	-0.0015	
0.009	HIGH	-0.0006	-0.0012	0.0004	-0.0009	
0.013	13.33	-0.0015	-0.0013	-0.0017	-0.0015	
0.739	1.50	0.1485	0.1511	0.1471	0.1474	
0.743	0.74	0.1494	0.1483	0.1495	0.1505	
0.009	HIGH	-0.0007	0.0004	-0.0026	0.0001	
0.016	12.18	-0.0021	-0.0018	-0.0023	-0.0021	
0.015	HIGH	-0.0019	-0.0016	-0.0014	-0.0027	
0.007	HIGH	-0.0002	-0.0016	-0.0006	0.0015	
0.047	HIGH	0.0106	0.0135	0.0099	0.0083	
0.013	HIGH	-0.0013	0.0000	-0.0030	-0.0010	
0.005	HIGH	0.0003	-0.0006	0.0015	-0.0001	
0.017	HIGH	-0.0023	-0.0014	-0.0012	-0.0043	
0.002	HIGH	0.0016	0.0020	0.0000	0.0029	
0.005	HIGH	0.0002	0.0017	0.0013	-0.0024	

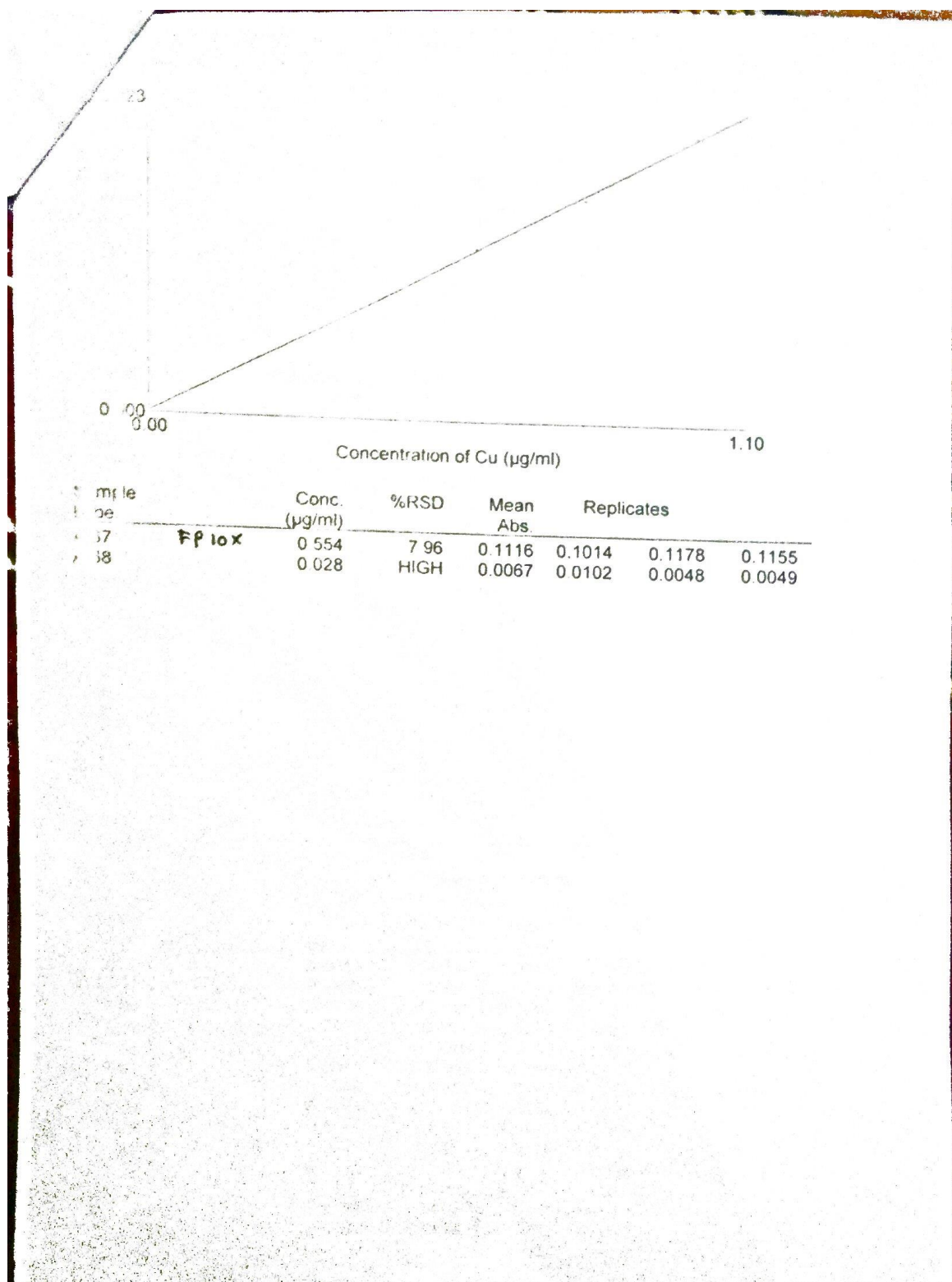
C:\Program Files\GBC Avanta Ver 2.02\Analysis1.anl
Cu
Wed May 31 08:06:48 2017

Calibration
Regression Mode

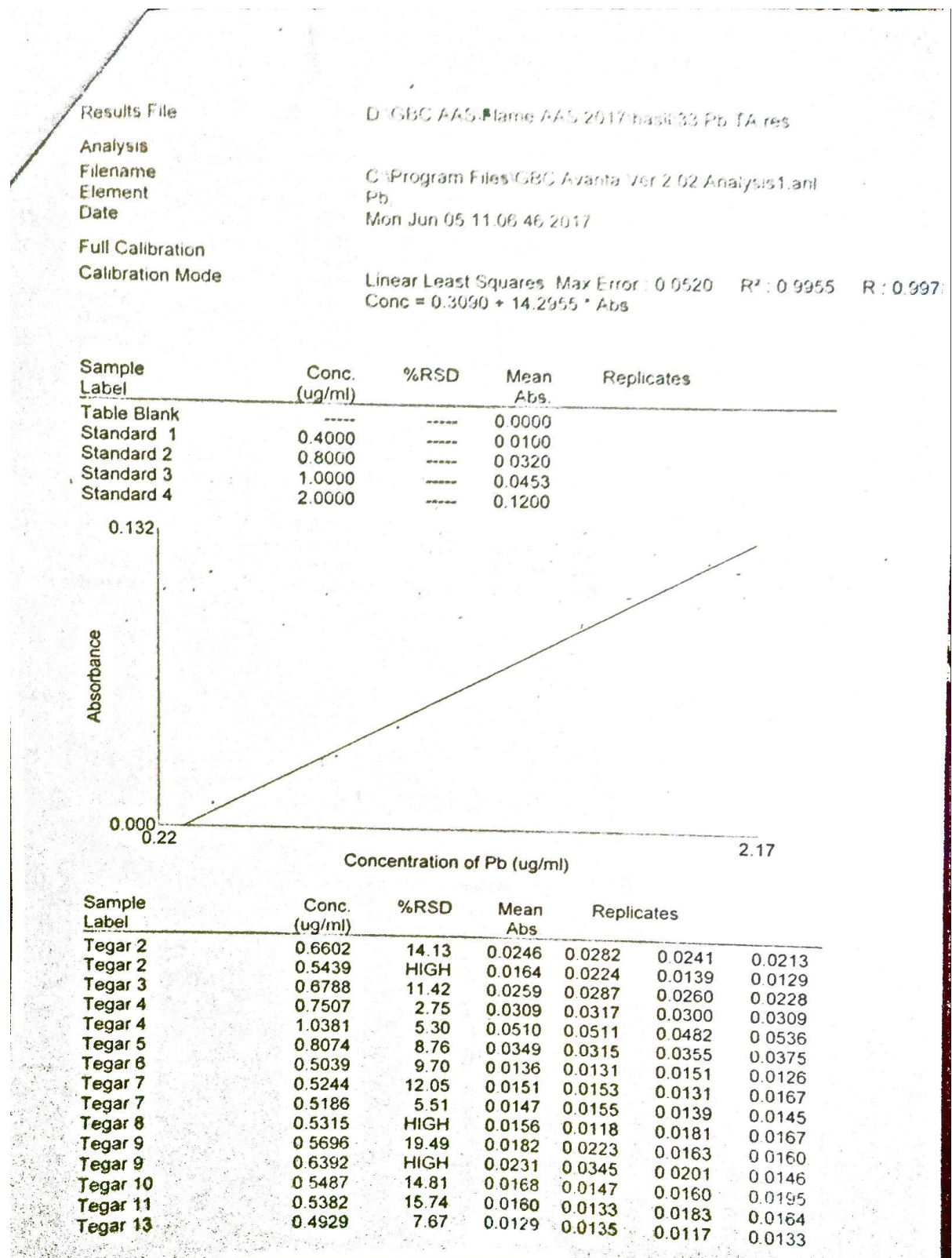
Linear Least Squares Max Error : 0.0161 R² : 0.9989 R : 0.9991
Conc = -0.0059 + 5.0137 * Abs

Conc (µg/ml)	%RSD	Mean Abs	Replicates			
Blank	-----	0.0000				
std 1	-----	0.0413				
std 3	-----	0.1220				
std 4	-----	0.1575				
std 5	-----	0.2025				

Gambar 11. Hasil Pengujian Logam Berat Cu



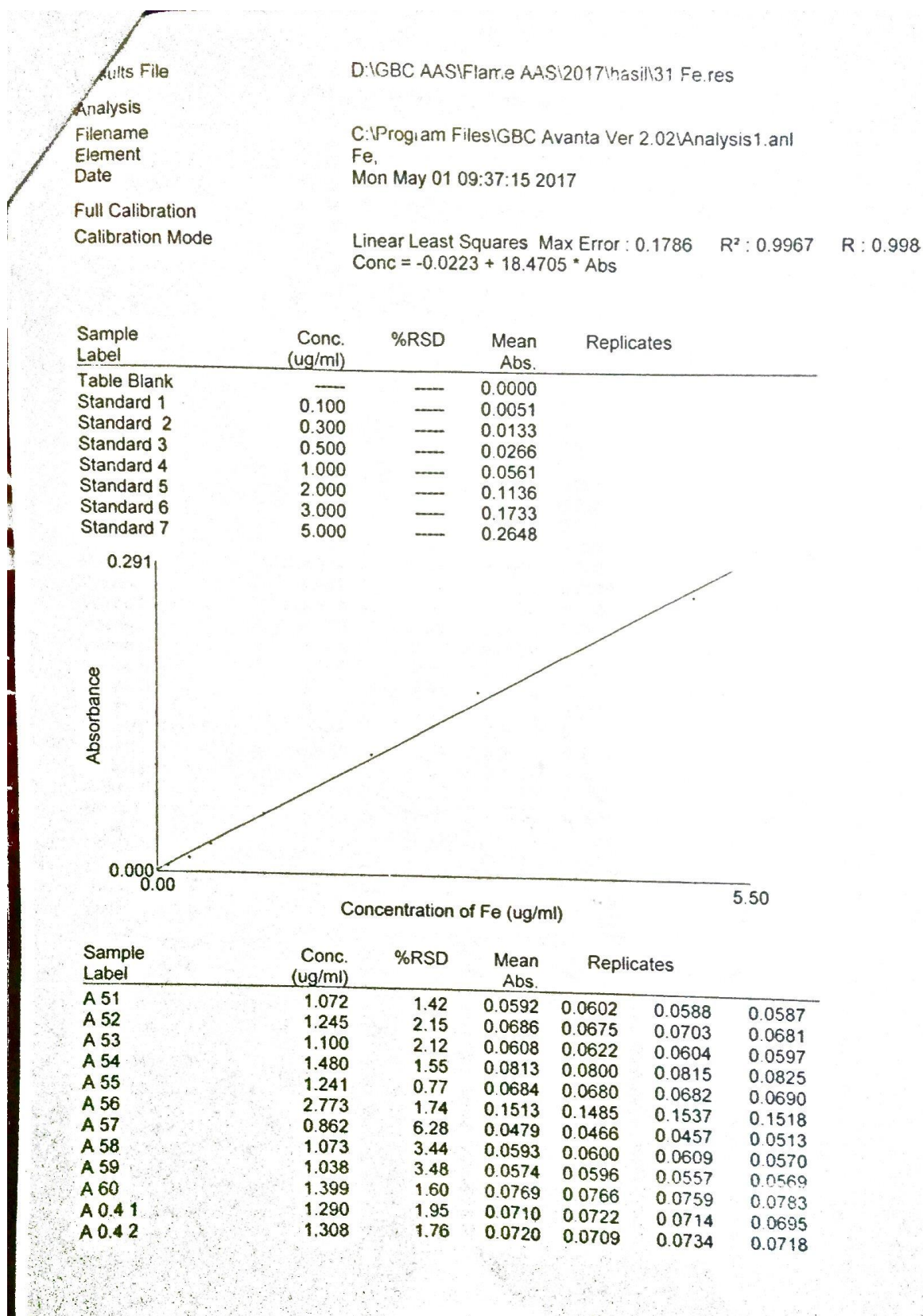
Gambar 12. Hasil Pengujian Logam Berat Cu



Gambar 13. Hasil Pengujian Logam Berat Pb

Sample Label	Conc. (ug/ml)	%RSD	Mean Abs	Replicates		
Tegar 14	0.5391	4.70	0.0161	0.0152	0.0166	0.0164
Tegar 15	1.7385	5.74	0.1000	0.1062	0.0949	0.0988
Tegar 15	0.5339	10.23	0.0157	0.0155	0.0142	0.0174
Tegar 16	0.4810	4.40	0.0120	0.0126	0.0118	0.0116
Tegar 17	0.9661	1.27	0.0460	0.0455	0.0466	0.0457
Wisnu 1	0.5277	16.33	0.0153	0.0131	0.0147	0.0180
Wisnu 1	0.4519	5.51	0.0100	0.0096	0.0106	0.0097
Wisnu 2	0.5572	19.55	0.0174	0.0210	0.0143	0.0167
Wisnu 2	1.0886	9.26	0.0545	0.0544	0.0495	0.0596
Wisnu 3	0.5863	19.29	0.0194	0.0180	0.0236	0.0165
Wisnu 4	0.5592	9.72	0.0175	0.0168	0.0194	0.0162
Wisnu 5	0.6444	17.09	0.0235	0.0276	0.0196	0.0231
Wisnu 6	0.4882	8.33	0.0125	0.0113	0.0132	0.0130
Wisnu 6	0.4715	HIGH	0.0114	0.0146	0.0105	0.0089
Wisnu 7	0.5344	6.39	0.0158	0.0156	0.0168	0.0148
Dela 1	0.9609	7.80	0.0456	0.0419	0.0458	0.0490
Dela 2	0.8851	3.19	0.0403	0.0388	0.0408	0.0412
Dela 3	0.6811	10.76	0.0260	0.0240	0.0248	0.0292
Dela 4	0.8617	8.45	0.0387	0.0424	0.0369	0.0366
Dela 5	0.5139	HIGH	0.0143	0.0127	0.0120	0.0182
Blanko	0.3895	HIGH	0.0056	0.0087	0.0050	0.0031

Gambar 14. Hasil Pengujian Logam Berat Pb



Gambar 15. Hasil Pengujian Logam Berat Fe

Sample Label	Conc. (ug/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates		
Tegar 2 1	1.708	0.56	0.0937	0.0931	0.0941	0.0939
Tegar 2 2	1.687	1.09	0.0925	0.0919	0.0937	0.0920
Tegar 3	0.622	1.03	0.0349	0.0348	0.0353	0.0346
Tegar 4 1	0.191	10.98	0.0115	0.0113	0.0104	0.0129
Tegar 4 2	0.316	7.80	0.0183	0.0171	0.0180	0.0199
Tegar 5	4.863	0.94	0.2645	0.2673	0.2636	0.2626
Tegar 6 1	0.185	14.70	0.0112	0.0126	0.0117	0.0094
Tegar 6 2	0.463	3.24	0.0263	0.0263	0.0271	0.0254
Tegar 7 1	0.395	1.77	0.0226	0.0230	0.0226	0.0222
Tegar 7 2	1.309	3.38	0.0721	0.0739	0.0730	0.0693
Tegar 8	0.902	4.29	0.0500	0.0525	0.0486	0.0490
Tegar 9	0.313	3.13	0.0182	0.0180	0.0188	0.0177
Tegar 10	0.101	17.59	0.0067	0.0058	0.0062	0.0080
Tegar 11	0.162	8.19	0.0100	0.0102	0.0091	0.0107
Tegar 13	0.111	2.88	0.0072	0.0074	0.0073	0.0070
Tegar 14	1.069	0.76	0.0591	0.0591	0.0586	0.0595
Tegar 15	0.125	HIGH	0.0080	0.0069	0.0109	0.0061
Tegar 15 II	0.065	19.19	0.0047	0.0051	0.0054	0.0037
Tegar 16	0.683	0.84	0.0382	0.0384	0.0383	0.0378
Tegar 17	1.692	0.47	0.0928	0.0933	0.0926	0.0925
Wisnu 1 I	1.974	0.88	0.1081	0.1071	0.1082	0.1090
Wisnu 1 II	1.049	1.54	0.0580	0.0586	0.0585	0.0570
Wisnu 2	2.470	0.04	0.1350	0.1350	0.1349	0.1350
Wisnu 2 II	1.770	1.23	0.0971	0.0976	0.0957	0.0979
Wisnu 3	4.593	2.59	0.2499	0.2444	0.2570	0.2482
Wisnu 4	4.209	9.19	0.2291	0.2533	0.2190	0.2150
Wisnu 5	2.974	0.96	0.1622	0.1638	0.1622	0.1607
Wisnu 6	4.819	1.21	0.2621	0.2585	0.2645	0.2633
Wisnu 6 II	High	0.80	0.3178	0.3204	0.3153	0.3177
Wisnu 7	High	6.74	0.3003	0.3220	0.2970	0.2819
Wisnu 6 II	3.650	1.02	0.1988	0.2011	0.1982	0.1972
Wisnu 7	3.160	0.38	0.1723	0.1729	0.1716	0.1724
Nindi 1	-0.009	HIGH	0.0007	0.0010	0.0010	0.0001

Analysis

Filename

C:\Program Files\GBC Avanta Ver 2.02\Analysis1 anl
Fe,

Element

Date

Mon May 01 10:01:35 2017

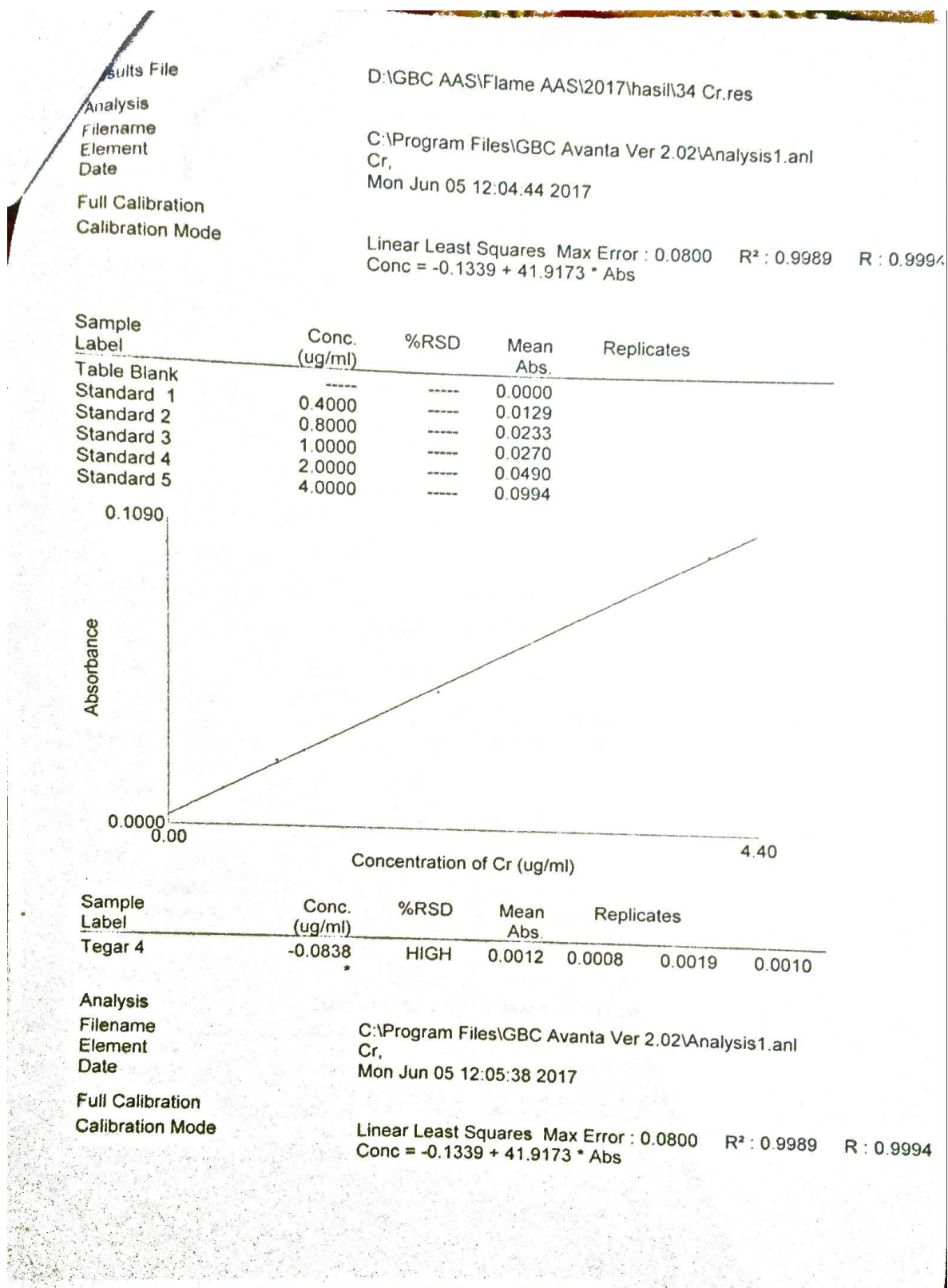
Full Calibration

Calibration Mode

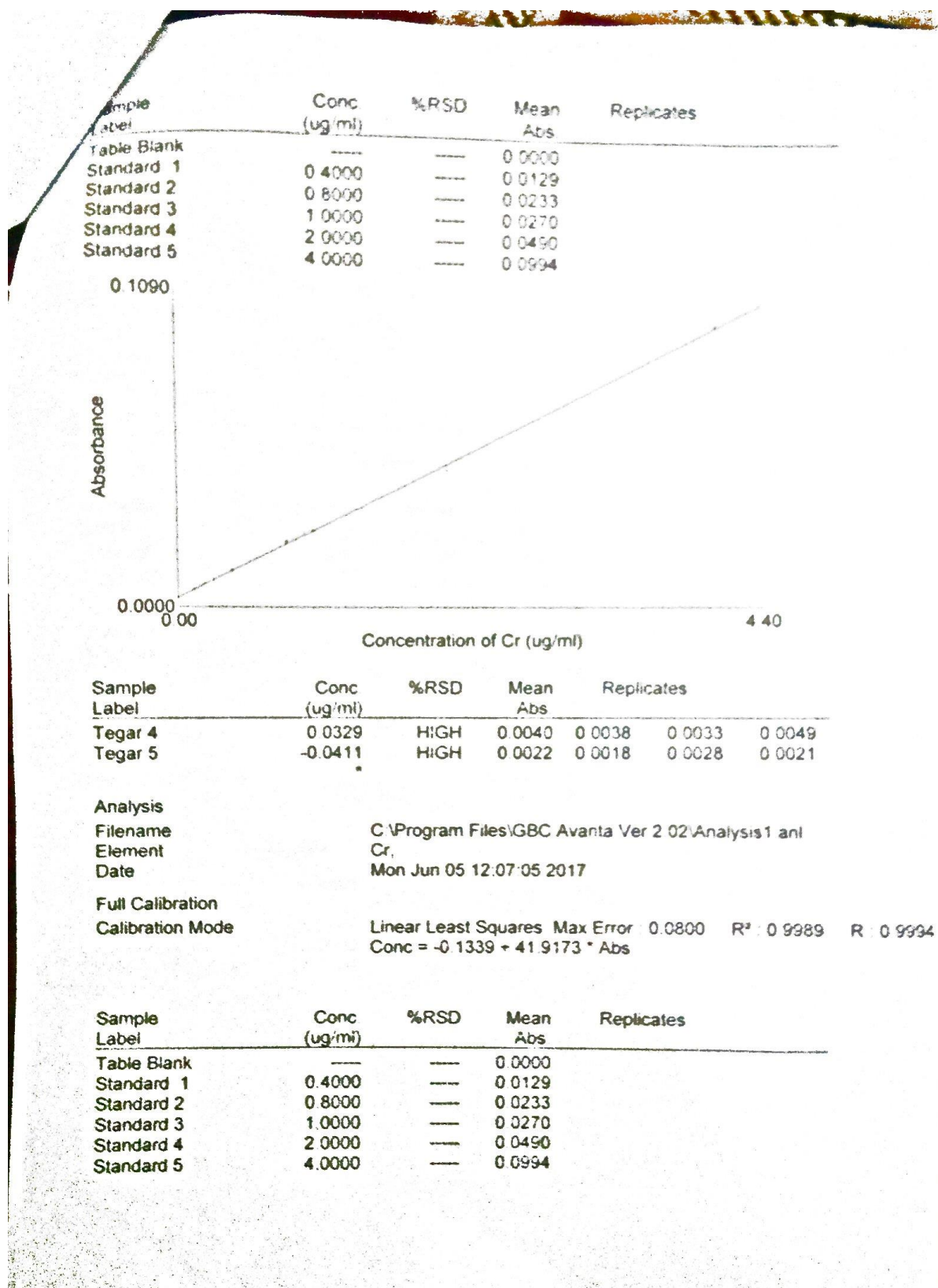
Linear Least Squares Max Error : 0.1786 R² : 0.9967 R : 0.998
Conc = -0.0223 + 18.4705 * Abs

Sample Label	Conc. (ug/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates	
Table Blank	---	---	0.0000		
Standard 1	0.100	---	0.0051		
Standard 2	0.300	---	0.0133		
Standard 3	0.500	---	0.0266		
Standard 4	1.000	---	0.0561		
Standard 5	2.000	---	0.1136		
Standard 6	3.000	---	0.1733		

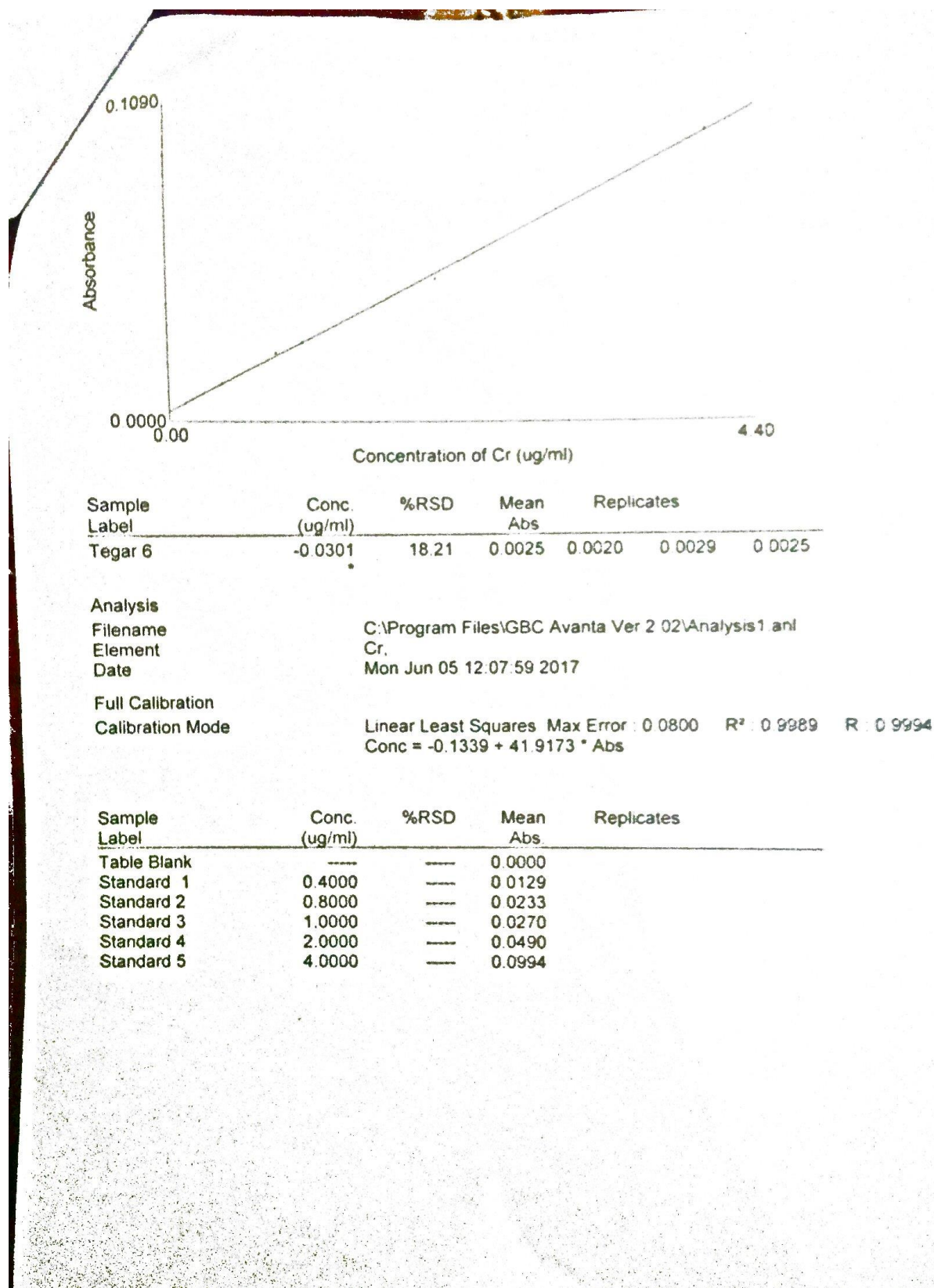
Gambar 16. Hasil Pengujian Logam Berat Fe



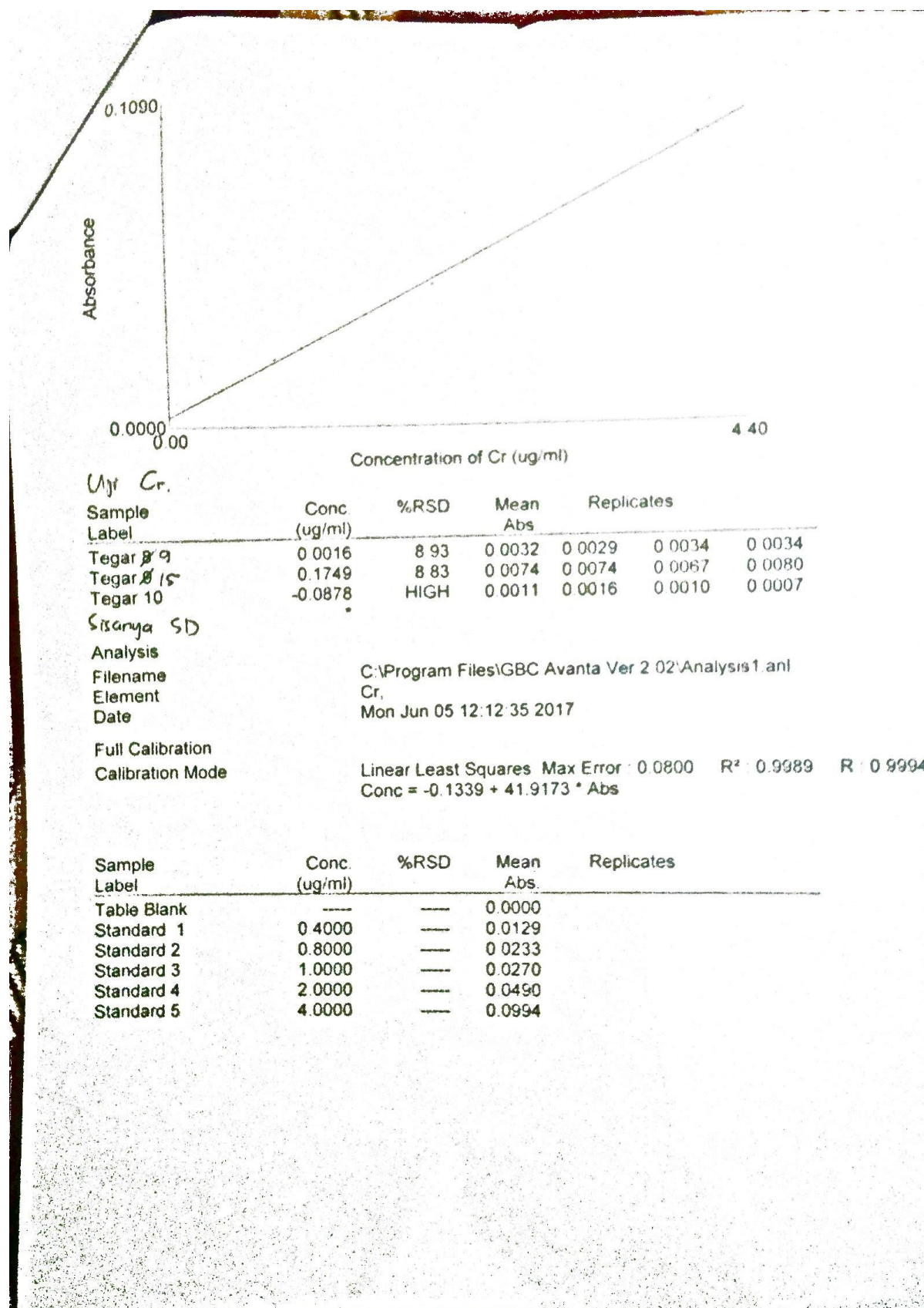
Gambar 17. Hasil Pengujian Logam Berat Cr



Gambar 18. Hasil Pengujian Logam Berat Cr



Gambar 19. Hasil Pengujian Logam Berat Cr



Gambar 20. Hasil Pengujian Logam Berat Cr