

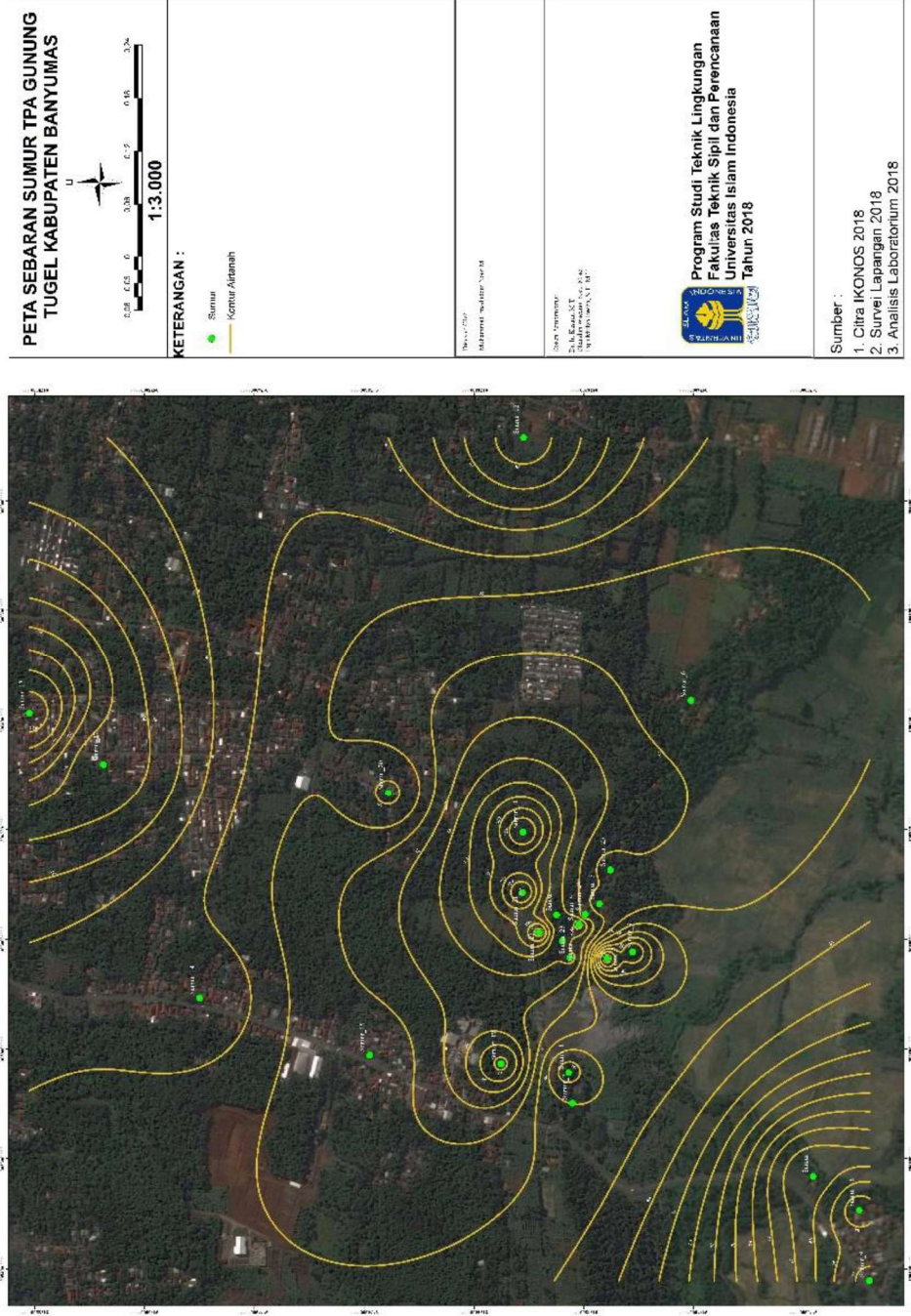
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian

TPA Gunung Tugel berlokasi di RT 04 / RW 06 Desa Kedung Randu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Gunung Tugel mulai beroperasi pada tahun 1983. Terhitung mulai tahun 2016 TPA Gunung Tugel sudah tidak beroperasi dan permukaan sampah yang ada pada TPA Gunung Tugel mulai ditimbun dengan tanah secara berkala. Akan tetapi saat observasi masih terlihat ada tumpukan sampah baru yang berasal dari pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab.

4.2 Lokasi Sebaran Sumur di Sekitar TPA Gunung Tugel

Survei dilaksanakan pada tanggal 21-22 April 2018. Survei ini dilakukan untuk mengambil sampel air sumur yang diuji di laboratorium terkait logam berat serta mencatat titik koordinat setiap sampel air guna pembuatan peta. Kegiatan survei dilakukan di TPA Gunung Tugel dan kawasan sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.

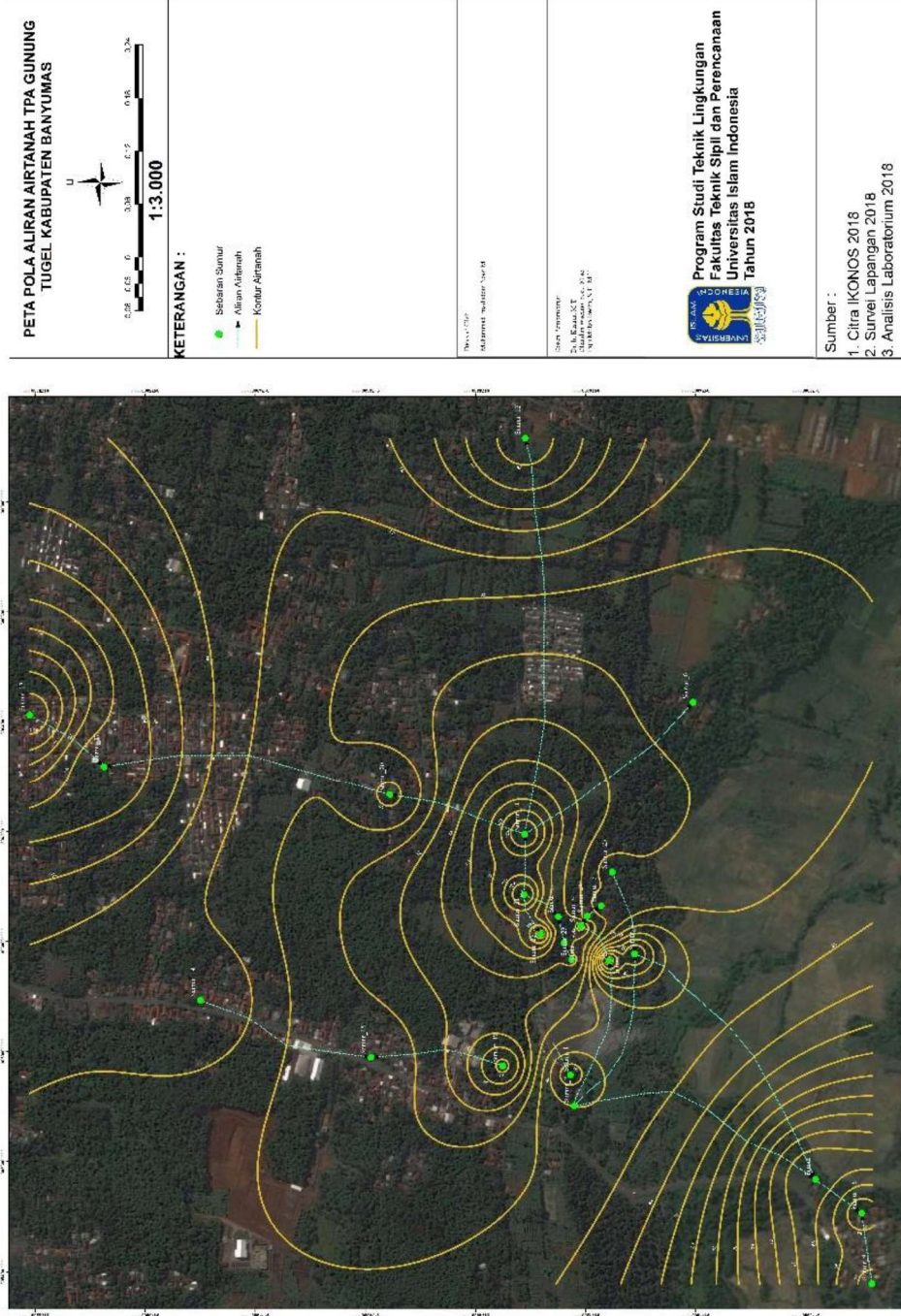


Gambar 4.1 Peta Sebaran Sumur TPA Gunung Tugel

Pada Gambar 4.1 menunjukkan sebaran titik-titik sumur pada lokasi survei. Sumur-sumur yang saling berdekatan berada di dalam pemukiman warga, dimana kondisi rumah-rumah masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel saling berdekatan antara satu dengan yang lainnya. Sampel sumur yang berdekatan dengan TPA diambil dengan tujuan untuk mengetahui berapa besar dampak dari TPA Gunung Tugel terhadap sumur-sumur yang ada di dekat TPA tersebut. Sedangkan sampel sumur yang jaraknya jauh dari TPA Gunung diambil dengan tujuan untuk membandingkan hasil sampel sumur yang berdekatan dengan TPA Gunung Tugel. Terdapat 2 sumur yang tidak dapat diambil airnya yaitu sumur 1 dan sumur 2 karena kondisi sumur 1 kering, sedangkan sumur 2 kondisi sumurnya tertutup oleh batu besar dan dirantai.

4.3 Pola Aliran Air Tanah di Sekitar TPA Gunung Tugel

Pola aliran air tanah dibutuhkan untuk mengidentifikasi sebaran logam berat yang ada di sumur sekitar TPA Gunung Tugel karena dengan mengetahui pola aliran air tanah akan dapat diketahui penyebab dari tingginya logam berat pada sumur. Untuk mengetahui pola aliran air tanah, data hasil survei dimasukkan kedalam *software* ArcGIS dengan menggunakan metode *Inverse DistanceWeighted* (IDW).



Gambar 4.2 Peta Pola Aliran Air Tanah TPA Gunung Tugel

Pada gambar 4.2 terlihat bahwa aliran air tanah di kawasan TPA Gunung Tugel bergerak ke arah utara, timur laut, timur, tenggara, barat daya. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa sumur-sumur yang berada di dekat TPA memiliki elevasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sumur-sumur yang letaknya lebih jauh dari TPA. Melihat elevasi TPA berada di elevasi yang lebih tinggi dari sumur-sumur sampel, sangat memungkinkan bila pencemaran yang terjadi di kawasan pemukiman penduduk sekitar TPA Gunung Tugel terjadi akibat dari keberadaan TPA.

4.4 Kondisi Air Tanah di Sekitar TPA Gunung Tugel (Parameter Kimia dan Fisika)

4.4.1 Parameter Kimia

a) Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan parameter penting dalam analisis kualitas air karena pengaruhnya terhadap proses-proses biologis dan kimia di dalamnya. Air yang diperuntukkan sebagai air minum sebaiknya memiliki pH netral yaitu tujuh dan nilai pH berhubungan dengan efektifitas klorinasi. (Chapman, 2000).

Pengukuran pH dilakukan langsung pada saat sampling di sumur-sumur warga di sekitar TPA Gunung Tugel menggunakan pH meter. Hasil pengukuran pH yang diperoleh antara 6 - 7,5.

Tabel 4.1 Hasil Uji pH Pada Sumur Warga

No Sumur	pH	Permenkes No 492	PP Nomor 82 Kelas 1
1	-	6,5-8,5	6-9
2	-	6,5-8,5	6-9
3	6,1	6,5-8,5	6-9
4	6,6	6,5-8,5	6-9
5	6,8	6,5-8,5	6-9
6	6,8	6,5-8,5	6-9
7	6,6	6,5-8,5	6-9
8	7,5	6,5-8,5	6-9
9	6	6,5-8,5	6-9
10	6,8	6,5-8,5	6-9

Lanjutan Tabel 4.1

No Sumur	pH	Permenkes No 492	PP Nomor 82 Kelas 1
11	6,5	6,5-8,5	6-9
12	6,7	6,5-8,5	6-9
13	6,6	6,5-8,5	6-9
14	6,5	6,5-8,5	6-9
15	6,7	6,5-8,5	6-9
16	6,5	6,5-8,5	6-9
17	6,4	6,5-8,5	6-9
18	6,5	6,5-8,5	6-9
19	6,3	6,5-8,5	6-9
20	6	6,5-8,5	6-9
21	6,4	6,5-8,5	6-9
22	6,3	6,5-8,5	6-9
23	6	6,5-8,5	6-9
24	6,6	6,5-8,5	6-9
25	6,5	6,5-8,5	6-9

pH air yang rendah atau lebih kecil dari 6,5 dapat meningkatkan korosifitas pada benda-benda logam dalam air tanah serta dapat menimbulkan rasa tidak enak pada air dan dapat menyebabkan racun yang mengganggu kesehatan.

4.4.2 Parameter Fisika

a) Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter penting dalam analisis kualitas air karena suhu dapat berubah dengan cepat menyesuaikan lingkungan di sekitarnya. Parameter suhu diuji langsung setelah mengambil air sumur warga menggunakan termometer. Hasil uji suhu pada sumur-sumur warga yaitu antara 27°C – 30,5°C yang menunjukkan bahwa suhu pada air sumur warga masih berada pada batas yang normal dapat dilihat pada tabel 4.2.

Air yang baik harus memiliki temperatur yang sama dengan temperatur udara di lingkungannya. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air serta Permenkes No. 492

Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum, suhu memiliki baku mutu deviasi 3 dari keadaan alamiah (Kelas 1).

Tabel 4.2 Hasil Uji Suhu Pada Sumur Warga

No Sumur	Suhu (°C)
1	-
2	-
3	28
4	28
5	30
6	27
7	29
8	28
9	31
10	27
11	27
12	28
13	28
14	27
15	29
16	27
17	27
18	28
19	27
20	28
21	29
22	28
23	28
24	28
25	27

4.5 Analisis Kandungan Logam Berat

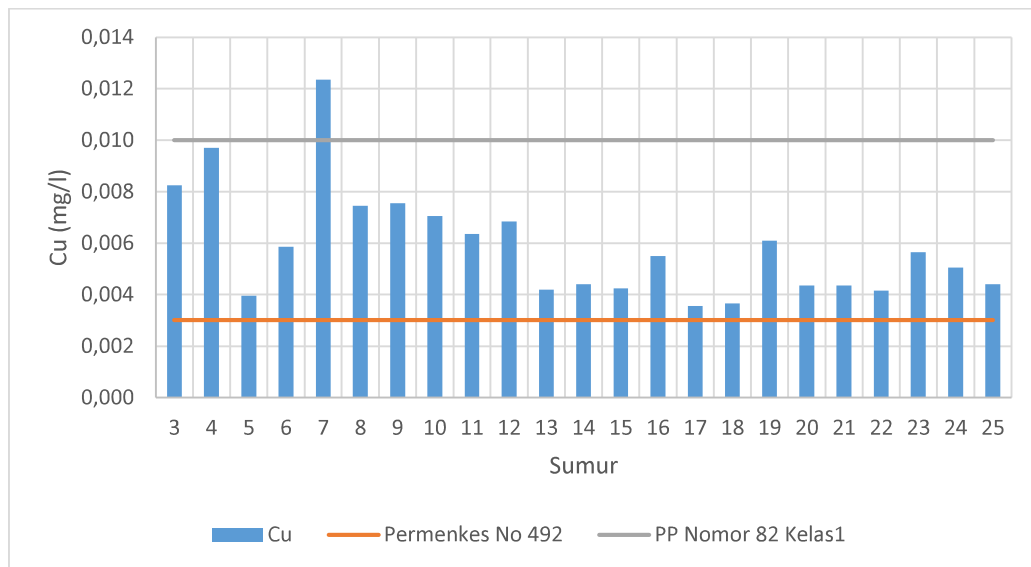
Analisis logam berat bertujuan untuk mengetahui konsentrasi dan sebaran logam berat yang berada pada air tanah di sumur sekitar TPA Gunung Tugel. Hasil dari

analisis logam berat dibandingkan dengan baku mutu yang sudah ada antara lain Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 dan Permenkes No. 492 Tahun 2010. Sampel yang digunakan adalah air yang berasal dari sumur-sumur di sekitar TPA Gunung Tugel. Sampel air terdiri dari 25 air sumur. Logam berat yang akan di analisis antara lain tembaga (Cu), seng (Zn), cadmium (Cd), mangan (Mn), kromium (Cr), timbal (Pb), dan besi (Fe).

4.5.1 Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu)

Untuk masuk ke dalam suatu lingkungan, tembaga (Cu) 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 partikulat-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 indsutri 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).

Jika melihat dari sistem *Open Dumping* yang digunakan oleh TPA Gunung Tugel, kemungkinan logam Cu untuk masuk ke dalam air tanah menjadi sangat mungkin dikarenakan terjadinya infiltrasi air hujan yang membuat Cu dapat masuk ke air tanah. Gambar 4.3 menunjukkan konsentrasi Cu yang ada pada sumur di lokasi penelitian.



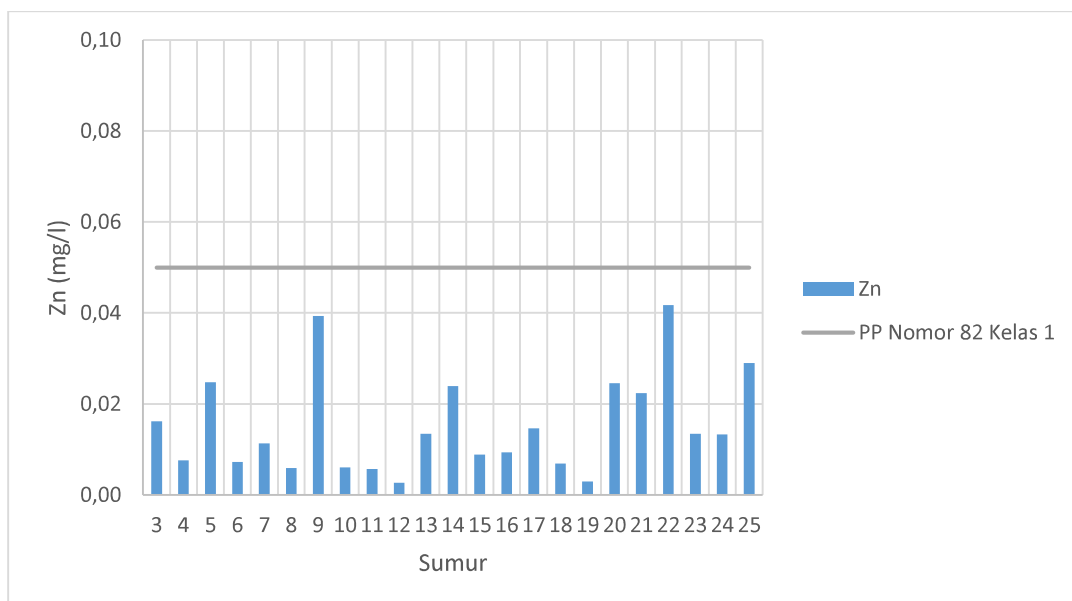
Gambar 4.3 Kandungan Cu dalam Air Tanah

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa kandungan Cu pada sumur di sekitar TPA Gunung Tugel berada pada kisaran 0,004 mg/l – 0,124 mg/l. Kandungan Cu terbesar terdapat pada sumur 7 dengan kandungan sebesar 0,124 mg/l. Jika dibandingkan dengan baku mutu Permenkes No. 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum maka semua sampel sumur yang berada di sekitar TPA Gunung Tugel melewati ambang batas baku mutu dan air tersebut tidak layak untuk dijadikan air minum. Akan tetapi jika dibandingkan baku mutu PP Nomor 82 Tahun 2001 semua sumur masih berada di bawah standar baku mutu, kecuali sumur 7. Begitu juga jika dibandingkan dengan baku mutu semua sumur berada di bawah standar baku mutu.

Berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan dengan menggunakan *software* ArcGIS dapat diperoleh hasil sebaran sumur-sumur warga dan sumur mana saja yang terbukti tercemar oleh logam berat Cu. Pada **gambar 4.3** dapat dilihat bahwa kandungan terbesar terdapat pada sumur 7 dengan kandungan 0,124 mg/l. Hasil pada **gambar 4.3**, kemudian dilakukan pemetaan dengan *software* ArcGIS sehingga diperoleh gambar sebaran sumur dan arah aliran air tanah sebagaimana dapat dilihat pada **Lampiran – 6 Gambar No 1**.

4.5.2 Analisis Kandungan Logam Berat Seng (Zn)

Seng (Zn) merupakan komponen alam yang terdapat di kerak bumi. Seng merupakan logam yang memiliki karakteristik cukup reaktif. Seng juga merupakan salah satu bentuk anorganik yang menimbulkan permasalahan yang cukup serius pada perairan. Seng dalam jumlah kecil merupakan unsur yang penting untuk metabolisme, karena kekurangan seng dapat menyebabkan pertumbuhan anak terlambat. Dalam jumlah besar unsur ini dapat menimbulkan rasa pahit dan sepat pada air minum (Sutrisno, 2002). Berikut adalah tabel yang menunjukkan konsentrasi Zn yang ada sumur di lokasi penelitian:



Gambar 4.4 Kandungan Seng (Zn)

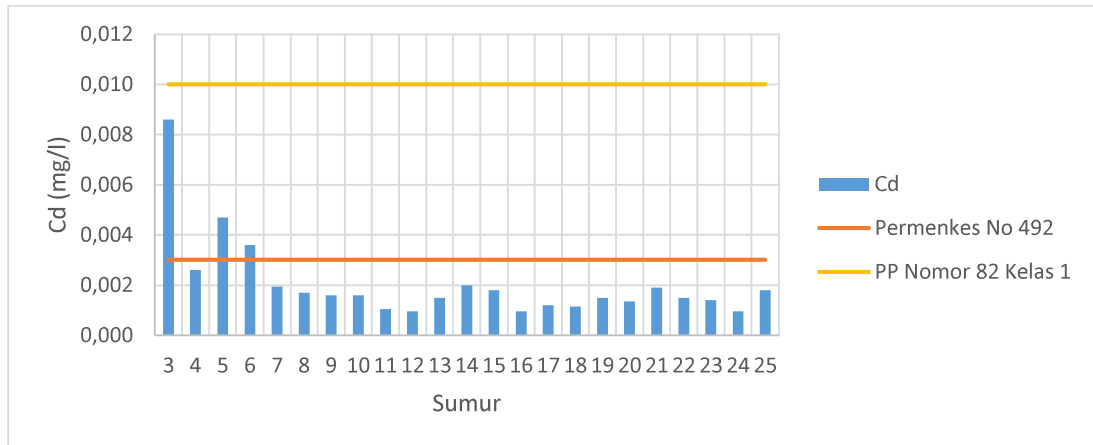
Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa kandungan Zn pada sumur di sekitar TPA Gunung Tugel berada pada kisaran 0,0027 mg/l – 0,0417 mg/l. Dapat dilihat bahwa kandungan Zn terbesar terdapat pada sumur 22 dengan kandungan sebesar 0,0417 mg/l. Akan tetapi jika dibandingkan dengan baku mutu lain PP Nomor 82

Tahun 2001, Permenkes No. 492 Tahun 2010 semua sumur berada di bawah standar baku mutu yang artinya masih aman untuk masyarakat. Jauh berbeda jika dibandingkan dengan penelitian Hafni Nasution (2012) yang melaporkan jarak sumur penelitian dari TPA (20-75 meter) rata-rata konsentrasi Zn 0,22 mg/l yang berarti semakin dekat jarak sumur dengan TPA maka akan mempengaruhi konsentrasi Zn yang semakin tinggi. Menurut Cunningham (1995) menyatakan bahwa dalam perjalanan mencapai lapisan-lapisan tanah dengan ukuran pori-pori bermacam-macam maka kadar Zn akan banyak tertahan oleh butiran-butiran tanah yang mengakibatkan konsentrasinya pada sumur lebih kecil.

Berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan dengan menggunakan *software* ArcGIS dapat diperoleh hasil sebaran sumur-sumur warga dan sumur mana saja yang terbukti tercemar oleh logam berat Zn. Pada **gambar 4.4** dapat dilihat bahwa kandungan terbesar terdapat pada sumur 22 dengan kandungan 0,0417 mg/l. Hasil pada **gambar 4.4**, kemudian dilakukan pemetaan dengan *software* ArcGIS sehingga diperoleh gambar sebaran sumur dan arah aliran air tanah sebagaimana dapat dilihat pada **Lampiran – 6 Gambar No 2**.

4.5.3 Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd)

Sumber logam berat cadmium (Cd) di TPA biasanya berupa plastik bekas, residu cat, dan baterai bekas. Logam berat Cd biasanya terikat oleh senyawa-senyawa lain dan membentuk suatu molekul. Ikatan tersebut berupa bahan anorganik yaitu klorida dan karbonat. Paparan logam berat Cd dapat menyebabkan mual, diare, anemia, gangguan ginjal dan hati, dan lainnya (Sudarmaji, 2006). Berikut adalah grafik yang menunjukkan konsentrasi Cd yang ada pada sumur di lokasi penelitian:



Gambar 4.5 Kandungan Cd Dalam Air tanah

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa kandungan Cd pada sumur di sekitar TPA Gunung Tugel berada pada kisaran 0,0014 mg/l - 0,0084 mg/l. Dapat dilihat bahwa kandungan Cd terbesar terdapat pada sumur 3 dengan kandungan Cd sebesar 0,0084 mg/l. Jika dibandingkan dengan baku mutu Permenkes No. 492 Tahun 2010 maka sumur 3, sumur 5, dan sumur 6 melebihi baku mutu. Jika dibandingkan dengan baku mutu PP Nomor 82 Tahun 2001 semua sumur masih berada di bawah standar baku mutu yang artinya aman untuk masyarakat.

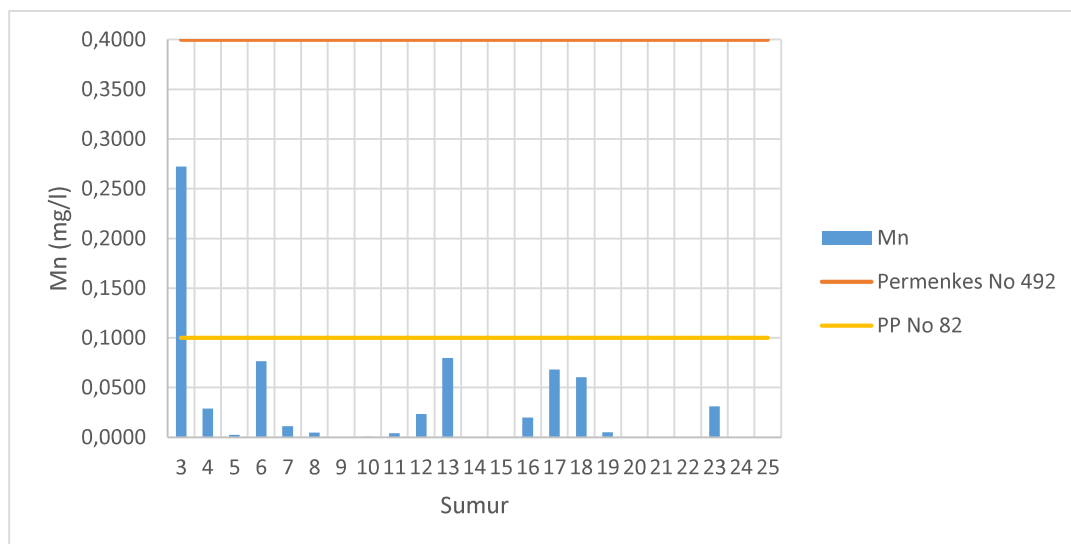
Pada **gambar 4.5** dapat dilihat bahwa kandungan terbesar terdapat pada sumur 3 dengan kandungan 0,0084 mg/l. Hasil pada **gambar 4.5**, kemudian dilakukan pemetaan dengan *software* ArcGIS sehingga diperoleh gambar sebaran sumur dan arah aliran air tanah sebagaimana dapat dilihat pada **Lampiran – 6 Gambar No 4**.

4.5.4 Analisis Kandungan Logam Berat Mangan (Mn)

Mangan merupakan unsur logam yang berada dalam golongan VII. Mangan adalah metal berwarna kelabu kemerahan. Air yang mengandung mangan berlebih akan menimbulkan rasa, berwarna coklat, ungu, hitam dan terlihat keruh. Untuk keperluan domestik, kadar mangan yang diperbolehkan yaitu dibawah 0,005 mg /l. Mangan bermanfaat untuk menjaga kesehatan otak dan tulang jika kandungannya lebih kecil dari 0,005 mg/l dan akan berakibat melemahnya kaki dan otot jika kandungan

mangan dalam air melebihi 0,005 mg/l (Febriana, 2014). Berikut adalah grafik yang menunjukkan konsentrasi Mn yang ada pada sumur di lokasi penelitian:

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa kandungan Mn pada sumur di sekitar TPA Gunung Tugel berada pada kisaran 0,0001 mg/l – 0,2723 mg/l. Dapat dilihat bahwa kandungan Mn terbesar terdapat pada sumur 3 dengan kandungan Mn sebesar 0,2723 mg/l. Jika dibandingkan dengan baku mutu Permenkes No. 492 Tahun 2010 dan PP Nomor 82 Tahun 2001 maka hanya sumur 3 yang melebihi baku mutu. Jika dibandingkan dengan baku mutu semua sumur masih berada di bawah standar baku mutu.



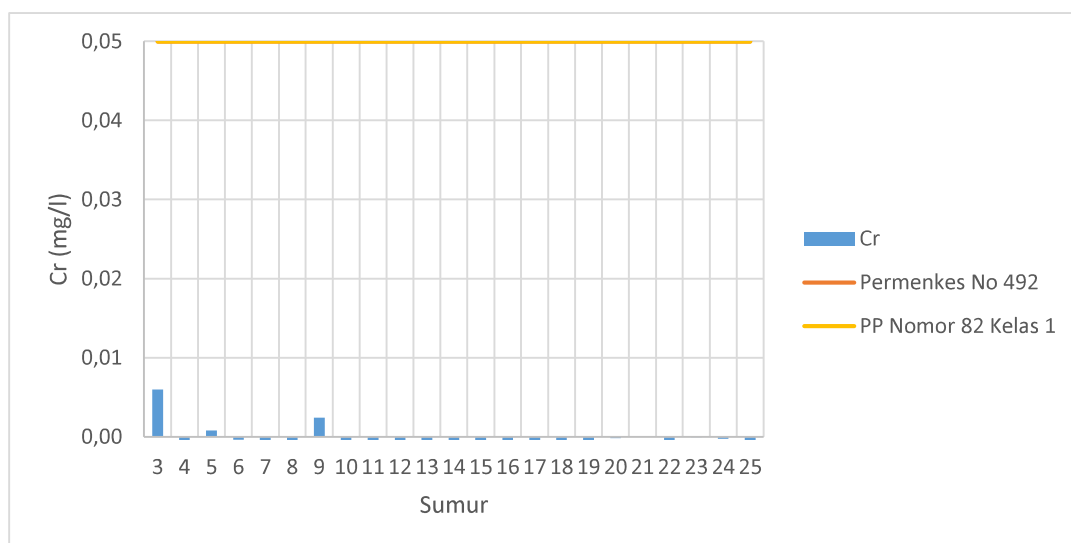
Gambar 4.6 Kandungan Mn Dalam Air tanah

Berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan dengan menggunakan *software* ArcGIS dapat diperoleh hasil sebaran sumur-sumur warga dan sumur mana saja yang terbukti tercemar oleh logam berat Mn. Pada **gambar 4.6** dapat dilihat bahwa kandungan terbesar terdapat pada sumur 3 dengan kandungan 0,2723 mg/l. Hasil pada **gambar 4.6**, kemudian dilakukan pemetaan dengan *software* ArcGIS sehingga diperoleh gambar sebaran sumur dan arah aliran air tanah sebagaimana dapat dilihat pada **Lampiran – 6 Gambar No 5**. Jika dilihat letak sumur 3 memang memiliki elevasi

yang lebih rendah jika dibandingkan dengan TPA dan sumur-sumur lainnya. Maka tercemarnya sumur 3 dapat terjadi karena adanya TPA dan pola aliran air tanah yang cenderung mengarah ke sumur 3 karena elevasi sumur yang rendah.

4.5.5 Analisis Kandungan Logam Berat Kromium (Cr)

Dalam badan perairan Kromium dapat masuk melalui dua cara, yaitu secara alamiah dan non alamiah. Masuknya kromium secara alamiah dapat disebabkan oleh beberapa faktor fisika, seperti erosi yang terjadi pada batuan mineral. Masukan kromium yang terjadi secara nonalamiah lebih merupakan dampak atau efek dari aktivitas yang dilakukan manusia. Sumber-sumber kromium non-alamiah diantaranya adalah pembakaran sampah-sampah di kota dan knalpot kendaraan bermotor. Berikut adalah grafik yang menunjukkan konsentrasi Cr yang ada pada sumur di lokasi penelitian:



Gambar 4.7 Kandungan Cr Dalam Air Tanah

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa kandungan Cr yang berada di sekitar kawasan TPA Gunung Tugel berada pada kisaran 0,001 mg/l – 0,006 mg/l. Dapat dilihat bahwa kandungan Cr terbesar terdapat pada sumur 3 dengan kandungan 0,006 mg/l. Untuk sumur 4, 6, 7, 8, 10 sampai 25 tidak terdeteksi adanya kandungan logam

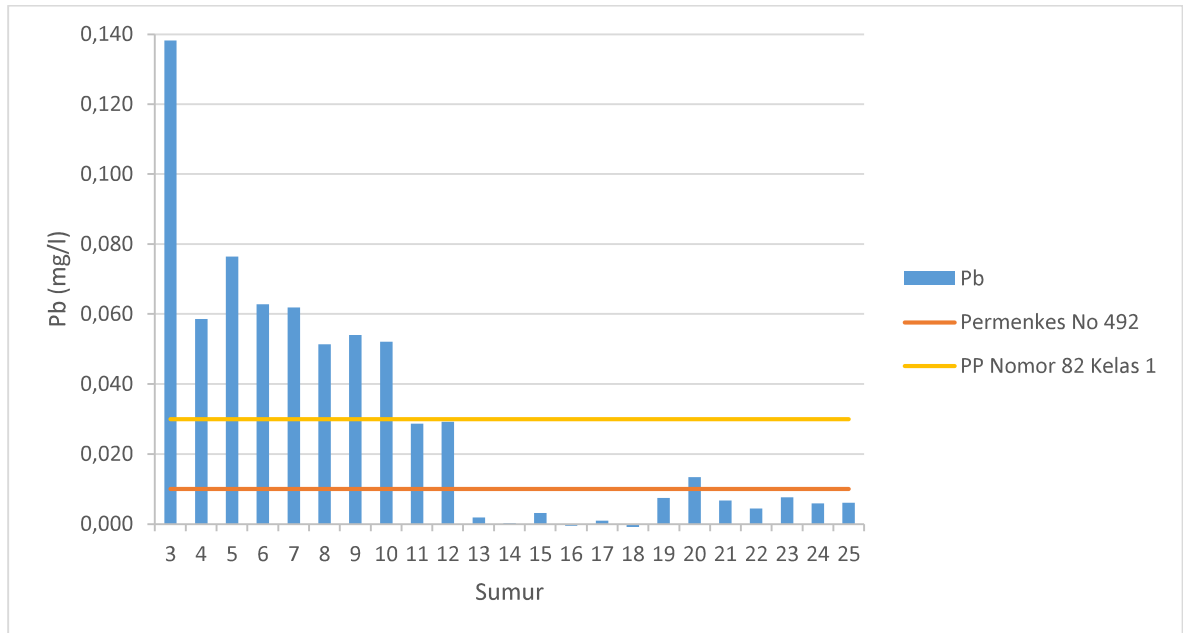
berat Cr, maka diasumsikan nilai *Limit of Detection* (LOD) di sampel sumur yang tidak terdeteksi logam berat sebesar 0,003 mg/l. Jika dibandingkan dengan baku mutu Permenkes No. 492 Tahun 2010, PP Nomor 82 Tahun 2001 semua sumur masih berada di bawah standar baku mutu yang ditetapkan.

Berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan dengan menggunakan *software* ArcGIS dapat diperoleh hasil sebaran sumur-sumur warga dan sumur mana saja yang terbukti tercemar oleh logam berat Cr. Pada **gambar 4.7** dapat dilihat bahwa kandungan terbesar terdapat pada sumur 3 dengan kandungan 0,006 mg/l. Hasil pada **gambar 4.7**, kemudian dilakukan pemetaan dengan *software* ArcGIS sehingga diperoleh gambar sebaran sumur dan arah aliran air tanah sebagaimana dapat dilihat pada **Lampiran – 6 Gambar No 3**.

4.5.6 Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb)

Timbal/timah hitam (Pb) dapat berada dalam perairan secara alami dan berdampak dari berbagai aktivitas manusia. Pb dapat masuk ke dalam perairan melalui proses pengkristalan di udara dengan bantuan air hujan (Heryando, 2008). Keberadaan Pb dalam sampah di TPA bisa berasal dari aki bekas dan baterai bekas dapat mencemari badan air.

Proses pencemaran Pb dapat diakibatkan oleh air lindi yang dihasilkan oleh sampah pada TPA dan merembes kedalam air tanah apabila terjadi hujan dan dapat mencemari air sumur. Berikut adalah grafik yang menunjukkan konsentrasi Pb yang ada pada sumur di lokasi penelitian:



Gambar 4.8 Kandungan Pb Dalam Air tanah

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa kandungan Pb yang berada di sekitar kawasan TPA Gunung Tugel berada pada kisaran 0-0,138 mg/l. Dapat dilihat bahwa kandungan Pb terbesar terdapat pada sumur 3 dengan kandungan Pb sebesar 0,138 mg/l. Jika dibandingkan dengan baku mutu Permenkes No. 492 Tahun 2010 terdapat delapan sumur yang melebihi baku mutu yaitu sumur 3 hingga sumur 10. Jika dibandingkan dengan baku mutu PP Nomor 82 Tahun 2001 terdapat delapan sumur yang melebihi baku mutu yaitu sumur 3 hingga sumur 10. Jika merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Winni, dkk. (2012) hasil konsentrasi Pb pada penelitian tersebut memiliki konsentrasi 0,14 mg/l, Pada penelitian ini konsentrasi tertinggi terdapat ada Sumur 3 dengan 0,138 mg/l. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Winni dikarenakan proses pengolahan penimbunan sampah industri menggunakan metode *open dumping* yang mana tidak sesuai dengan syarat kesehatan.

Berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan dengan menggunakan *software* ArcGIS dapat diperoleh hasil sebaran sumur-sumur warga dan sumur mana saja yang

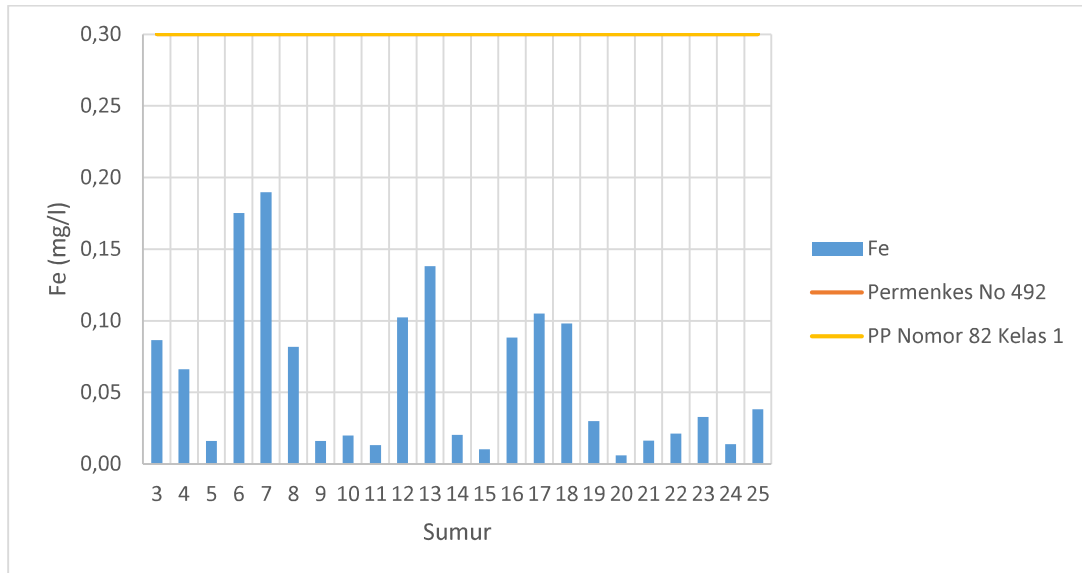
terbukti tercemar oleh logam berat Pb. Pada **gambar 4.8** dapat dilihat bahwa kandungan terbesar terdapat pada sumur 3 dengan kandungan 0,138 mg/l. Hasil pada **gambar 4.8**, kemudian dilakukan pemetaan dengan *software* ArcGIS sehingga diperoleh gambar sebaran sumur dan arah aliran air tanah sebagaimana dapat dilihat pada **Lampiran – 6 Gambar No 6**.

Limbah padat yang berada di tempat penimbunan kemungkinan akan menyisakan logam Pb. Keberadaan Pb ini dapat mencemari lingkungan sekitar. Hal ini didukung juga dengan TPA Gunung Tugel yang menggunakan sistem *Open Dumping* sampah hanya ditumpuk tanpa adanya perlakuan khusus. Walaupun demikian, asumsi diatas dapat dibuktikan jika melihat pola aliran air tanahnya, TPA yang memiliki elevasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sumur-sumur sampel. Sehingga jika dihubungkan antara TPA dan pola aliran air tanah, TPA menjadi sumber pencemaran logam berat.

4.5.7 Analisis Kandungan Logam Berat Besi (Fe)

Besi (Fe) adalah salah satu elemen kimiawi yang hampir ditemukan di setiap tempat di bumi, pada semua badan air dan lapisan geologis. Umumnya Fe yang terkandung dalam badan air dapat bersifat larut Fe^{2+} (fero) atau Fe^{3+} (feri) bergabung dengan zat organik atau anorganik seperti tanah liat. Dalam air Fe berbentuk ferohidroksida ($Fe(OH)_2$). Air tanah mengandung besi terlarut seperti fero. Jika air tanah dikeluarkan dan mengalami kontak dengan udara maka fero akan berubah menjadi ferihidroksida ($Fe(OH)_3$).

Fe dibutuhkan dalam tubuh untuk pembentukan hemoglobin. Sekalipun dibutuhkan dalam tubuh, apabila kadar Fe dalam dosis besar dalam tubuh dapat menyebabkan rusaknya dinding usus. Air minum yang mengandung Fe biasanya akan dapat menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi (Febriana, 2014). Berikut adalah grafik yang menunjukkan konsentrasi Fe yang ada pada sumur di lokasi penelitian:



Gambar 4.9 Kandungan Fe Dalam Air tanah

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa kandungan Fe pada sumur di sekitar TPA Gunung Tugel berada pada kisaran 0,0102 mg/l – 0,1896 mg/l. Dapat dilihat bahwa kandungan Fe terbesar terdapat pada sumur 7 dengan kandungan Fe sebesar 0,1896 mg/l. Jika dibandingkan dengan baku mutu Permenkes No. 492 Tahun 2010, PP Nomor 82 Tahun 2001 semua sumur masih berada di bawah standar baku mutu yang ditetapkan. Jauh berbeda jika dibandingkan dengan penelitian Hafni Nasution (2012) yang melaporkan jarak sumur penelitian dari TPA (20-75 meter) rata-rata konsentrasi Fe 1,89 yang berarti semakin dekat jarak sumur dengan TPA maka akan mempengaruhi konsentrasi Fe yang semakin tinggi.

Berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan dengan menggunakan *software* ArcGIS dapat diperoleh hasil sebaran sumur-sumur warga dan sumur mana saja yang terbukti tercemar oleh logam berat Fe. Pada **gambar 4.9** dapat dilihat bahwa kandungan terbesar terdapat pada sumur 7 dengan kandungan 0,1896 mg/l. Hasil pada **gambar 4.9**, kemudian dilakukan pemetaan dengan *software* ArcGIS sehingga

diperoleh gambar sebaran sumur dan arah aliran air tanah sebagaimana dapat dilihat pada **Lampiran – 6 Gambar No 7**.

4.6 Analisis Kandungan Logam Berat Berdasarkan Jenis Material Batuan

TPA bukan menjadi satu-satunya faktor yang dapat menyebabkan pencemaran air tanah, begitu pula jenis material tanah di kawasan TPA juga bisa menjadi salah satu faktor penyebab pencemaran. Dari hasil analisis zona lemah di kawasan jalan raya Gunung Tugel Kabupaten Banyumas yang dilakukan oleh Syukron Makmur dkk pada tahun 2016 menyatakan bahwa formasi tapak pada kawasan Gunung Tugel yaitu batupasir gampingan, batu napal, dan batuan pasir halus. Jika dihubungkan dengan kedalaman sumur di lokasi penelitian yang memiliki rata-rata kedalaman 10-15 meter maka memiliki jenis batuan batupasir gamping.

4.7 Analisis Kandungan Logam Berat Berdasarkan Permeabilitas Batuan

Salah satu sifat fisik tanah yang paling penting adalah kemampuan untuk meloloskan aliran air melalui ruang pori yang disebut dengan permeabilitas tanah. Permeabilitas adalah kualitas tanah untuk meloloskan air atau udara yang diukur berdasarkan besaran aliran melalui satuan tanah yang telah dijenuhi dahulu persatuan waktu tertentu (Susanto, 1994).

Tabel 4.3 Jarak Sumur Dengan TPA

Lokasi	X	Y	Jarak Sumur (m)	Air Mengalir (Km)
Sumur 1	305757	9174228	162	10,4
Sumur 2	305701	9174221	271	10,4
Sumur 3	305977	9174111	347	10,4
Sumur 4	306028	9174210	382	10,4
Sumur 5	306065	9174172	462	10,4
Sumur 6	306435	9174005	1200	10,4
Sumur 7	305965	9174158	279	10,4
Sumur 8	305568	9173783	1000	10,4
Sumur 9	305378	9173680	1400	10,4
Sumur 10	305997	9174239	322	10,4
Sumur 11	306045	9174250	421	10,4
Sumur 12	306915	9174310	2100	10,4
Sumur 13	306412	9175210	2200	10,4

Lanjutan Tabel 4.3 Jarak Sumur Dengan TPA

Lokasi	X	Y	Jarak Sumur (m)	Air Mengalir (Km)
Sumur 14	305893	9174900	1300	10,4
Sumur 15	305789	9174590	758	10,4
Sumur 16	305506	9173699	1200	10,4
Sumur 17	306319	9175075	1900	10,4
Sumur 18	306195	9174311	742	10,4
Sumur 19	305774	9174351	300	10,4
Sumur 20	306267	9174556	1100	10,4
Sumur 21	306085	9174312	533	10,4
Sumur 22	306013	9174282	375	10,4
Sumur 23	305967	9174226	261	10,4
Sumur 24	306046	9174198	418	10,4
Sumur 25	306126	9174152	589	10,4

Permeabilitas batu pasir adalah sebesar 0,001 cm/detik. Jika dikonversikan ke dalam satuan m/tahun, maka akan didapatkan hasil sebesar 316 m/tahun. Dapat dilihat bahwa air mengalir sejauh 316 m per tahun nya. TPA Gunung Tugel sendiri mulai beroperasi pada tahun 1983 dan sudah beroperasi selama 33 tahun sebelum di tutup pada tahun 2016. Jika dilihat pada tabel diatas, jarak terjauh sumur dengan lokasi TPA adalah 2,2 km. Maka dapat disimpulkan bahwa besar nya kandungan logam berat pada sumur warga di pengaruhi juga oleh permeabilitas batuan.