

PENGAJIAN GEOLOGI, HIDROGEOLOGI, GEOTEKNIK PADA RENCANA SANITARY LANDFILL TPA POMALAA

Diah Affandi

Peneliti Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya air
Jl. Ir. H. Juanda No. 193 Bandung. Telp.(022) 2501083
Email : affandi.diah@yahoo.com

Abstrak

Meningkatnya masalah persampahan di berbagai kota di Indonesia tidak terlepas dari laju urbanisasi yang cukup tinggi di berbagai wilayah perkotaan, namun tidak diimbangi dengan penyediaan infrastruktur persampahan yang memadai. Ketersediaan infrastruktur perkotaan, termasuk infrastruktur persampahan, merupakan salah satu prasyarat bagi peningkatan laju pertumbuhan ekonomi. Dalam hal ini, infrastruktur persampahan merupakan salah satu infrastruktur dasar dalam melindungi kesehatan masyarakat, yang berperan penting dalam menunjang peningkatan kesejahteraan masyarakat. Maksud dari pengkajian ini adalah untuk mengetahui parameter geologi dan hidrogeologi terhadap rencana SANITARY LANDFILL. Dengan study kasus sanitary landfill Pomalaa. Dalam kajian ini berisi data-data antara lain kondisi hidrogeologi, kondisi geomorfologi, kondisi geologi dan kondisi hidroklimatologi. Dari hasil pengkajian menunjukkan bahwa secara geologi rencana SANITARY LANDFILL POMALAA berada pada Formasi Alangga yang mempunyai litologi konglomerat dan batupasir. Dari peta hidrogeologi. Berdasarkan peta hidrogeologi regional daerah ini termasuk daerah yang memiliki potensial dan prospek air tanah sedang sedangkan secara hidroklimatologi daerah penelitian tidak memiliki curah hujan yang termasuk bulan basah (>200 mm) sehingga termasuk dalam iklim D (Kering). Dengan memperhatikan hasil geolistrik dan pola aliran air tanahnya yang ada maka disarankan, dibuat sumur pantau sampai kedalaman 12 M dan sebanyak 3 titik (1 di hulu dan 2 di hilir).

Kata kunci : Sanitary Landfill, hidrogeologi, geologi, hidroklimatologi, geomorfologi, geoteknik lingkungan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Meningkatnya masalah persampahan di berbagai kota di Indonesia tidak terlepas dari laju urbanisasi yang cukup tinggi di berbagai wilayah perkotaan, namun tidak diimbangi dengan penyediaan infrastruktur persampahan yang memadai. Ketersediaan infrastruktur perkotaan, termasuk infrastruktur persampahan, merupakan salah satu prasyarat bagi peningkatan laju pertumbuhan ekonomi. Dalam hal ini, infrastruktur persampahan merupakan salah satu infrastruktur dasar dalam melindungi kesehatan masyarakat, yang berperan penting dalam menunjang peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Kebutuhan akan tersedianya infrastruktur persampahan yang ada di perkotaan juga semakin dirasakan meningkat. Target pelayanan persampahan sesuai dengan kebijakan yang tertuang dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) maupun Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) dan Standar Pelayanan Minimal (SPM) yang perlu untuk dijawantahkan dalam berbagai program yang disusun dan dikembangkan, baik oleh Pemerintah Pusat maupun Pemerintah Daerah. Menurut UU No. 18 Tahun 2008, kewenangan Pemerintah dalam penyelenggaraan pengelolaan sampah diantaranya adalah menetapkan kebijakan dan strategi nasional pengelolaan sampah, dan menetapkan norma, standar, prosedur, dan kriteria pengelolaan sampah

Dalam rangka rencana penyusunan desain rencana *SANITARY LANDFILL* POMALAA serta dengan mengikuti Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup di daerah Unit Bisnis Pertambangan Nikel, PT. ANTAM (Persero), Tbk UBPN Sultra, KOLAKA, SULAWESI TENGGARA maka dilakukan kajian hidrogeologi yang membahas kondisi bawah permukaan dan sistem airtanahnya serta untuk perencanaan sumur pantau di lokasi TPA dan sekitarnya.

Dalam kajian ini berisi data-data antara lain kondisi hidrogeologi, kondisi geomorfologi, kondisi geologi dan kondisi hidroklimatologi.

Tujuan dari studi ini adalah sebagai bahan pertimbangan dalam desain dan perencanaan sumur pantau dan potensi pencemarannya.

KAJIAN PUSTAKA

1. Sejarah dan Struktur Geologi

Pada umur Neogen secara takselaras diendapkan Kelompok Molasa Sulawesi. Batuan jenis Molasa yang tertua di Lembar Kolaka adalah Formasi Langkowala yang diperkirakan berumur akhir Miosen Tengah. Formasi ini terdiri dari batupasir dan konglomerat. Formasi Langkowala mempunyai Anggota Konglomerat yang keduanya berhubungan menjemari. Di atasnya menindih secara selaras batuan berumur Miosen Akhir hingga Pliosen yang terdiri dari Formasi Eemoiko dan Formasi Boepinang. Formasi Eemoiko dibentuk oleh batugamping koral, kalkarenit, batupasir gampingan dan napal. Formasi Boepinang terdiri atas batulempung pasir, napal pasir dan batupasir. Secara takselaras kedua formasi ini tertindih oleh Formasi Alangga dan Formasi Buara yang saling menjemari. Formasi Alangga berumur Pliosen, terbentuk oleh konglomerat dan batupasir yang belum padat. Formasi Buara dibangun oleh terumbu koral, setempat terdapat lensa konglomerat dan batupasir yang belum padat. Formasi ini masih memperlihatkan hubungan yang menerus dengan pertumbuhan terumbu pada pantai yang berumur Resen.

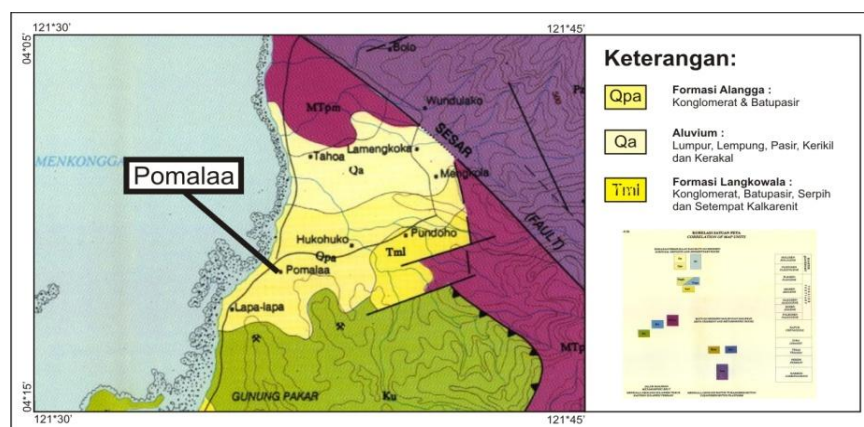
Selama Paleogene terjadi rumpang memungkinkan pengendapan sedimen. Pada masa ini diduga terjadi pencongaan yang kuat, menimbulkan terbentuknya pelipatan dan penyesaran. Kegiatan tektonik ini mencapai puncaknya pada Miosen Tengah yang mengakibatkan tersesarkannya Jalur Ofiolit Sulawesi Timur ke atas Mendala Tukangbesi - Buton. Masa kegiatan tektonik ini kemudian diikuti oleh penurunan yang mengakibatkan genanglaut yang kuat di seluruh daerah tersebut.

Di penghujung Miosen Tengah dimulai pengendapan sedimen klastika tipe molasa (formasi Langkowala). Satuan ini dicirikan oleh endapan atas konglomerat yang mengandung kepingan batuan malihan dan sedimen malih, dan di beberapa tempat dari baluan ultramafik dan mafik. Pada Miosen Akhir hingga Pliosen terendapkan batuan karbonat dan karbonat klastik.

Pada Kala Plio-Plistosen terjadi kegiatan-kegiatan tektonik yang kuat yang menghasilkan beberapa sesar bongkah; sehingga terbentuk sejumlah terban. Terban tersebut berkembang menjadi cekungan-cekungan kecil. Dalam cekungan itu terendapkan sedimen klastika kasar yaitu Formasi Alangga, dan di beberapa tempat terjadi pertumbuhan terumbu (Formasi Buara).

1.2 Kondisi Stratigrafi

Secara geologi rencana *SANITARY LANDFILL* POMALAA di Unit Bisnis Pertambangan Nikel, PT. ANTAM (Persero), Tbk UBPN Sultra, KOLAKA, SULAWESI TENGGARA, pada Peta Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi (T.O. Simandjuntak Surono, dkk., 1993) berada pada **Formasi Alangga** (Gambar 3.1). Formasi Alangga (Qpa) ini mempunyai litologi konglomerat dan batupasir (Gambar 3.2).



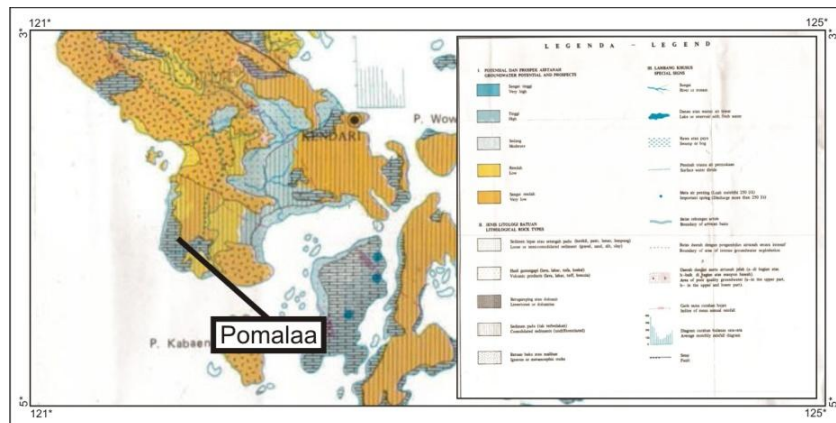
Gambar 1. Peta Geologi Regional

(Sumber : Peta Geologi Kolaka, Sulawesi (T.O. Simandjuntak Surono, dkk., 1993)

1.3 Kondisi Hidrogeologi dan Hidroklimatologi

1.3.1 Kondisi Hidrogeologi Regional

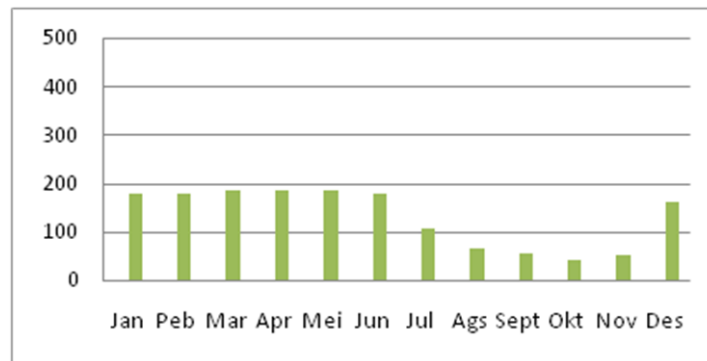
Kondisi batuan yang diperoleh dari informasi geologi regional sangat berkaitan dalam penyelidikan hidrogeologi atau muka air tanah. Litologi yang ada pada daerah penelitian Pomalaa Sulawesi Tenggara, berdasarkan peta hidrogeologi setempat (Gambar 4.1) daerah ini termasuk daerah yang memiliki potensial dan prospek air tanah sedang.



Gambar 2 Peta Hidrogeologi Regional
(Direktorat Hidrogeologi dan Geologi Tata Lingkungan, 1983)

1.3.2 Kondisi Hidroklimatologi

Banyaknya curah hujan sangat dipengaruhi oleh iklim, kondisi geografis dan perputaran arus udara. Data curah hujan yang dapat disajikan adalah data curah hujan bulanan dalam setahun. Data curah hujan daerah penyelidikan seperti terdapat dalam grafik berikut:



Gambar 3. Kurva Curah Hujan

METODOLOGI

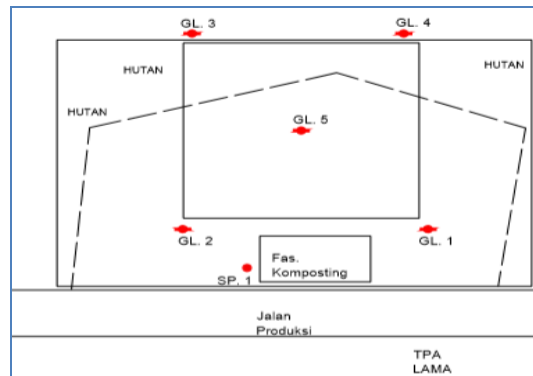
Metodologi yang dipakai adalah evaluasi dari hasil pekerjaan di lapangan dan dilaboratorium.

Pekerjaan survey lapangan dilakukan guna mendapatkan data-data serta gambaran mengenai keadaan, jenis dan sifat-sifat kondisi geologi dan hidrogeologi di lokasi pekerjaan. Data-data tersebut untuk selanjutnya digunakan analisa dan sebagai kriteria perencanaan dalam pengolahan limbah.

1. Survey Lapangan

Survey lapangan merupakan bagain awal dalam tahap penyelidikan hidrogeologi dan dalam rangka penentuan lokasi titik-titik penyelidikan di lapangan ditetapkan terpilih sedemikian rupa sehingga data yang dihasilkan dapat mewakili kebutuhan data dalam perencanaan.

Untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan tersebut di atas, maka penentuan lokasi survey geolistrik serta pengambilan MAT sebanyak 5 titik. Lokasi titik-titik penyelidikan adalah sebagai berikut:



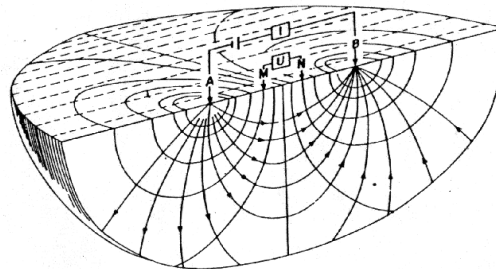
Gambar 4. Lokasi Titik titik Penyelidikan

1.2 Pekerjaan Geolistrik

Penyelidikan dengan suvey geolistrik dilakukan atas dasar sifat fisika batuan terhadap arus listrik, dimana setiap jenis batuan yang berbeda akan mempunyai harga tahanan jenis (nilai resistivity) yang berbeda pula. Hal ini tergantung pada beberapa faktor, diantaranya umur batuan, kandungan elektrolit, kepadatan batuan, jumlah mineral yang dikandungnya, porositas, permeabilitas dan lain sebagainya.

Berdasarkan hal tersebut di atas apabila arus listrik searah (*Direct Current*) dialirkan ke dalam tanah melalui 2 (dua) elektroda arus A dan B, maka akan timbul beda potensial antara kedua elektroda arus tersebut. Beda potensial ini kemudian diukur oleh pesawat penerima (receiver) dalam satuan miliVolt.

Dalam penyelidikan survey geolistrik ini telah digunakan susunan elektroda dengan menggunakan susunan aturan Schlumberger dimana kedua elektroda potensial MN selalu ditempatkan diantara 2 buah elektroda arus (Gambar 2.1).



Gambar 5. Susunan elektroda menurut aturan Schlumberger

Pada setiap pengukuran, elektroda arus AB selalu dipindahkan sesuai dengan jarak yang telah ditentukan, sedangkan elektroda potensial MN hanya bisa dipindahkan pada jarak-jarak tertentu dengan syarat bahwa jarak $MN/2 \geq 1/5$ jarak $AB/2$. Oleh karena jarak elektroda selalu berubah pada setiap pengukuran, maka Hukum Ohm yang digunakan sebagai dasar setiap penyelidikan geolistrik dalam memperoleh harga tahanan jenis semu harus dikalikan dengan faktor jaraknya (K-Factor). Sehingga rumus untuk memperoleh harga tahanan jenis semu dapat ditulis sebagai berikut :

$$\rho_a = \pi \cdot \left\{ (AB/2)^2 - (MN/2)^2 \right\} / MN \cdot \Delta V / I$$

dapat ditulis juga sebagai :

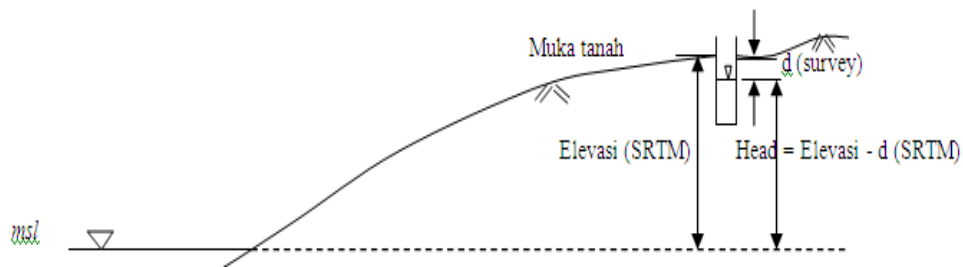
$$\rho_a = K \cdot \frac{\Delta V}{I}$$

dimana :

- ρ_a = Tahanan jenis semu
- K = Konstanta faktor geometrik,
($K = \pi \cdot \{ (AB/2)^2 - (MN/2)^2 \} / MN$)
- ΔV = Beda potensial yang diukur (volt)
- I = Besar arus yang digunakan (Ampere)
- AB = Jarak elektroda arus AB (meter)
- MN = Jarak elektroda potensial MN (meter)

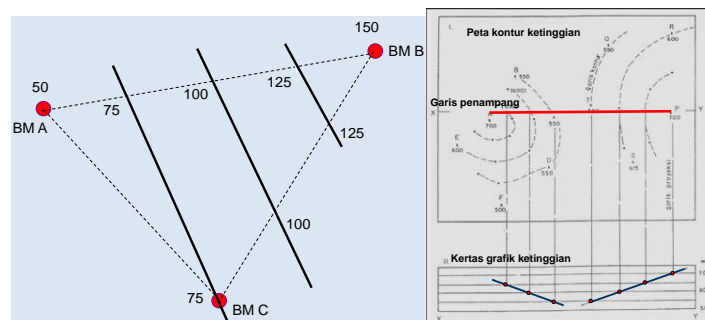
1.3 PEMETAAN AIR TANAH

Pengukuran muka airtanah dilakukan dari sumur sumur gali (sumur penduduk) dan dari sumur pantau. Keberadaan akifer akan menunjukkan ketersediaan air sebagai sumber daya yang tersimpan pada suatu media batuan baik yang merupakan media poros atau rekahan. Air tanah akan mengalir mengikuti tingkat energi yang disimpannya. Energi yang tersimpan pada air tanah dinyatakan dalam head (total) yang merupakan penjumlahan dari head (tekanan) dan head (elavasi). Pada pengukuran, head pada sistem akifer air tanah tak tertekan dapat dilihat pada ketinggian muka air sumur terhadap suatu acuan tertentu (datum; *mean sea level, msl*). Untuk mendapatkan nilai ketinggian air tanah terhadap *mean sea level* maka selain data hasil survey posisi muka air tanah yang merupakan kedalaman muka air sumur terhadap muka tanah setempat, diperlukan elevasi tanah posisi sumur terhadap *mean sea level*.



Gambar 6. Ilustrasi Perhitungan Head Airtanah di Sumur

Data hasil pengukuran kedalaman muka airtanah kemudian dikonversi menjadi ketinggian (elevasi) muka airtanah. Titik data tersebut kemudian diplot di atas peta. Selanjutnya kontur muka airtanah dibuat dengan prinsip tiga titik menghubungkan nilai-nilai ketinggian muka airtanah yang sama. Garis-garis tersebut kemudian dihubungkan hingga menutup seluruh daerah survey. Garis-garis aliran airtanah ditarik dengan sudut 90° dari garis kontur muka airtanah.



Gambar 7. Metode Tiga Titik Triangulasi

1.3 Pekerjaan Sampling Tanah

a). Spesifikasi Teknis Alat *HandBor* yang digunakan:

- dilakukan menggunakan alat handbor jenis putar manual
- kemampuan pemboran sampai kedalaman maksimum 5-10 m.
- mempunyai kemampuan untuk pengambilan contoh tanah takterganggu,

b). Teknis Pelaksanaan dan Pengujian:

- melakukan pengambilan contoh tanah tak terganggu (*Undisturbed Sample*) dengan 1 sample mewakili perlapisan tanah, dengan ketentuan sbb;
 - dilakukan menggunakan tabung UDS (*Shelby tube*)
 - sesegera mungkin tanah hasil sampling di dalam tabung UDS yang harus ditutup dengan parafin, supaya contoh tanah tidak berubah kadar airnya.

c). Acuan Metode Pelaksanaan

Metode kerja yang digunakan dalam pelaksanaan mengikuti kepada Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu:

- SNI 2436 : 2008 Tata Cara Pencatatan dan Identifikasi Hasil Pemboran Inti
- SNI 03-4148.1-2000 Tata Cara Pengambilan Contoh Tanah dengan Tabung Dinding Tipis

1.5 Pengujian Laboratorium Tanah

Pengujian di laboratorium dilakukan terhadap contoh tanah hasil pengambilan pada saat pekerjaan pemboran dilaksanakan di lapangan. Jenis pengujian yang dilaksanakan guna mengetahui sifat fisik dari sample tanah tanah yang meliputi :

- o Kadar Air Asli
- o Berat Isi
- o Berat Jenis
- o Analisa Butiran
- o Kelulusan air (permeabilitas)

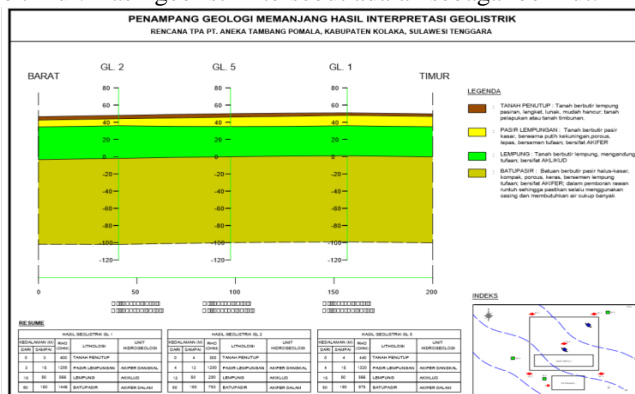
Tabel 1. Acuan dalam pengujian laboratorium mengacu pada pedoman yang berlaku, yaitu:

SNI	Standar yang dipakai
Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan	SNI 1965 : 2008
Cara uji berat jenis tanah	SNI 1964 : 2008
Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah	SNI 1966 : 2008
Cara uji penentuan batas cair tanah	SNI 1967 : 2008
Cara uji kelulusan air benda uji tanah di laboratorium	SNI 2435 : 2008
Cara uji triaxial untuk tanah dalam keadaan terkonsolidasi tidak terdrainase (CU)	SNI 03-2455-1991
Metode pengujian kadar bahan organic dalam tanah	SN 03-2815-1992
Cara uji analisis ukuran butir tanah	SNI 3423 : 2008

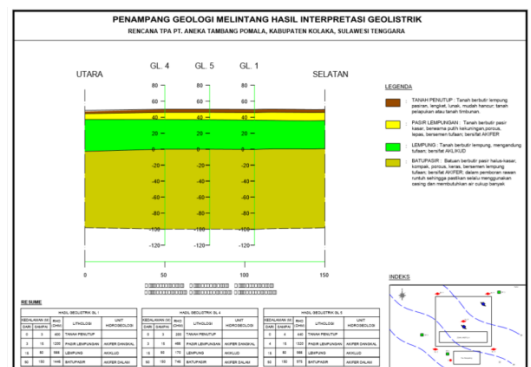
HASIL ANALISIS KEGIATAN LAPANGAN DAN LABORATORIUM

1. Hasil Survey Geolistrik

Hasil geolistrik yang ada kemudian dibuat 2 panampang geologi yang menggambarkan kondisi bawah permukaan, dengan arah penampang utara ke selatan dan barat ke timur. Keduapanampang tersebut dari arah barat ke timur. Hasil geolistrik tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Panampang Geologi Hasil Geolistrik Barat Timur



Gambar 9. Panampang Geologi Hasil Geolistrik Utara Selatan

2 Hasil Pemetaan Muka Air Tanah

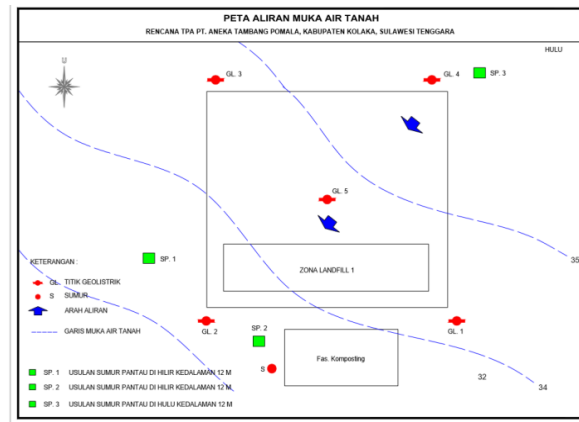
Pemetaan muka air tanah telah dilakukan pada sumur sumur terdekat dan sungai terdekat, meliputi pengukuran kedalaman MAT dan juga pengambilan sampel air.

Tabel 2. Tabulasi Survey Sampel Pengukuran MAT dan Sampel Air

No	Titik	Keterangan	Koordinat		Kedalaman m bmt*)
			S	E	
1	SA 1	Sumur	4°11'51.50"	121°36'26.00"	6
2	SA 2	Sumur	4°11'56.90"	121°36'24.76"	7
3	SA 3	Sungai	4°12'5.30"	121°36'25.50"	6
4	SA 4	Sungai	4°12'12.20"	121°36'36.40"	1,3
5	SA 5	Sungai	4°12'45.00"	121°36'54.90"	1,3

m bmt : meter bawah muka tanah setempat

Dari data-data pengukuran tersebut dan dengan hasil penampang hasil geolistrik dibuat peta pergerakan air tanah. Peta pola aliran air tanah di daerah rencana *SANITARY LANDFILL* POMALA dihasilkan sebagai berikut:



Gambar 10. Peta Pola Aliran Air Tanah

Secara hidrogeologi dari hasil geolistrik dan pemetaan MAT diketahui bahwa kondisi geologi dan sistem air tanahnya sebagai berikut:

1. Secara umum daerah ini terdapat 2 kelompok AKIFER DANGKAL BERUPA PASIR LEMPUNGAN (mulai kedalaman 2 m) dan AKIFER DALAM BERUPA BATUPASIR (mulai kedalaman 50 m). Kedua akifer tersebut dibatasi oleh lapisan lempung yang ekdap air (aklidud).
2. Akifer dangkal merupakan lapisan tanah bagian paling atas setelah tanah penutup, yang bersifat mudah lolos air serta yang mempunyai kemampuan mengalirkan airtanahnya cukup baik dengan kedalaman mencapai 12-15 m.
3. Sistem airtanah didaerah ini pada pakifer dangkalnya pada mempunyai arah aliran dari relatif TIMUR LAUT ke BARAT DAYA dengan muka air tanah pada kedalaman 6-7 m

3. Hasil Penyelidikan Tanah

Hasil pengujian kemampuan mengalirkan air atau sifat permeabilitas hasil laboratorium daerah penelitian didominasi oleh jenis tanah dengan tekstur lempung lanauan, yang bersifat relatif kedap air dan kemampuan mengalirkan airtanahnya kecil, dengan nilai K antara $1.1 \cdot 10^{-6}$ sampai $1.7 \cdot 10^{-6}$ cm/s.

Tabel 3. Tabulasi Nilai Permeabilitas

Sample no. (nomor contoh)	Depth (Kedalaman)	Soil Type (Jenis Tanah)	Color (Warna)	Permeability
	(m)			K (cm/sec)
BH-1	1.50-2.00	clayey sandy silt	RED	1,69E-06
BH-2	2.00-2.50	sandy silty GRAVEL	RED	1,44E-06
BH-3	1.50-2.00	silty clayey SAND	RED	1,28E-06
BH-3	3.50-4.00	clayey silty SAND	RED	1,34E-06
BH-4	3.50-4.00	sandy silty CLAY	BROWN	1,19E-06
BH-5	3.50-4.00	clayey silty sand	RED	1,34E-06

Dari hasil laboratorium yan dilakukan sample tanah untuk mengetahui tekstur dan jenis tanah, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Tabulasi Hasil Laboratorium

Sample no. (nomor contoh)	Depth (Kedalaman) (m)	Water Content (kadar air) (%)	Unit Weight (Berat isi) (γ_n) (gr/cm^3)	Specific Gravity (berat Jenis) (G_s) (gr/cm^3)	Grain Size Analysis (analisis ukuran butir)				Atterberg Limit (batas-batas Atterberg)			
					gravel (Kerikil)	sand (Pasir)	silt (Lempung)	clay (Lempung)	W_L	W_P	I_P	Classification (Klasifikasi)
					(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
BH-1	1.50-2.00	32,80	1,855	2,7274	2,86	32,22	37,74	27,18	52,98	28,99	23,99	MH&OH
BH-2	2.00-2.50	26,44	1,863	2,7154	58,24	15,26	16,64	9,86	43,18	29,00	14,18	ML&OL
BH-3	1.50-2.00	32,89	1,633	2,7423	2,92	43,28	26,78	27,02	48,35	29,26	19,09	ML&OL
BH-3	3.50-4.00	33,07	1,623	2,7369	3,04	43,18	29,06	24,72	46,58	29,49	17,09	ML&OL
BH-4	3.50-4.00	43,67	1,643	2,7127	1,20	8,86	30,64	59,30	66,38	31,37	35,01	CH
BH-5	3.50-4.00	32,76	1,646	2,7137	2,12	34,90	32,02	30,96	45,82	25,41	20,41	CL

EVALUASI HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Lokasi TPA Berdasarkan SNI 03-3241-1994

Hal pertama yang harus dilakukan dalam evaluasi lokasi *Sanitary Landfill* dengan mengacu kepada Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA SNI 03-3241-1994 yang diterapkan oleh Departemen PU, sedang selanjutnya evaluasi spesifik yang bersifat spesifik hidrogeologi dengan data hasil pengolahan data dan laboratorium yang telah dilakukan.

Persyaratan Umum Lokasi TPA diantaranya :

Sudah tercakup dalam tata ruang kota dan daerah; Jenis tanah kedap air; Wilayah yang tidak produktif; Tidak membahayakan/mencemarkan sumber air; Jarak dari pusat daerah pelayanan 10 km; Wilayah bebas banjir; Tidak boleh berlokasi di danau, sungai dan laut; Untuk lokasi TPA > 25 km dari kota perlu dipertimbangkan adanya transfer terpusat.

Pemilihan Lokasi TPA

Pemilihan lokasi TPA sampah harus memenuhi ketentuan berdasarkan 3 (tiga) tahapan, yaitu:

- Tahap Regional yang merupakan tahapan untuk menghasilkan peta yang berisi daerah atau tempat dalam wilayah tersebut yang terbagi dalam beberapa zone.
- Tahap Penyisihan yang merupakan tahapan untuk menghasilkan satu atau dua lokasi terbaik diantara beberapa lokasi dipilih dari zone-zone kelayakan pada tahap regional
- Tahap Penetapan yang merupakan tahap penentuan lokasi terpilih oleh instansi berwenang.

Penilaian lokasi eksisting *Sanitary Landfill* ANTAM Pomalaa berdasarkan Kriteria SNI 03-3241-1994 bidang hidrogeologi dapat dilihat pada Tabel 5..

Tabel 5. Hasil Evaluasi Lokasi TPA berdasarkan SNI 03-3241-1994 bidang hidrogeologi

No.	Parameter	Bobot	Nilai	Total Skor
II. Lingkungan Fisik				
1.	Tanah (di atas muka air tanah)	5	5	25
1	harga kelulusan > 10-6 cm/det → Tolak (kecuali ada masukan teknologi)			
2.	Air tanah	5	1	5
1	≥ 10 m dengan kelulusan 10-6 cm/det – 10-4 cm/det			
3.	Sistem aliran air tanah	3	1	3
1	recharge area regional dan lokal			
4.	Kaitan dengan pemanfaatan air tanah	3	5	15
1	diproyeksikan untuk dimanfaatkan dengan batas hidrolis			
5.	Bahaya banjir	2	10	20
1	tidak ada bahaya banjir			
6.	Tanah penutup	4	10	40
1	tanah penutup cukup			
7.	Intensitas hujan	3	1	3
1	di atas 1000 mm per tahun			

Evaluasi Lokasi TPA Berdasarkan Metode LE GRAND

Selain evaluasi lokasi TPA menggunakan SNI 03-3241-1994, dapat juga dilakukan evaluasi menggunakan metode Le Grand. Metode Le Grand ini terdiri dari 4 (empat) tahap, yaitu :

- Tahap 1 : Deskripsi hidrogeologis lokasi
 Tahap 2 : Derajat keseriusan masalah
 Tahap 3 : Gabungan tahap 1 dan tahap 2, untuk penentuan PAR
 Tahap 4 : Penilaian setelah perbaikan

Tabel 6. Penilaian Kondisi Hidrogeologi

Jumlah nilai	Nilai	Keterangan
<10	A	Istimewa
11 – 14	B	Sangat baik
15 – 17	C	Baik
18 – 20	D	Cukup
> 20	E atau F	Buruk/sangat buruk

Tabel 7. Ringkasan Hasil Analisis Kondisi Hidrogeologis dengan Metode Le Grand

Jumlah Nilai	Jarak	Muka Tanah	Air	Gradien	Permeabilitas	Tingkat kepercayaan	Keterangan tambahan			
10	1	5		1	3	A	B	E	P	Y
Kesimpulan untuk Kondisi Hidrogeologi:				=	Sangat Baik					
Nilai				=	B					

Berdasarkan hasil analisis Le grand pada Tabel 7 tersebut, dapat diambil kesimpulan sementara untuk kondisi hidrogeologis lokasi *Sanitary Landfill* ANTAM Pomalaa memiliki nilai B dan kesimpulan yang dapat diambil adalah Sangat Baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

- Dari data peta regional dan data-data sekunder daerah penelitian termasuk dalam;
 - Secara geologi rencana *SANITARY LANDFILL* POMALAA berada pada Formasi Alangga yang mempunyai litologi konglomerat dan batupasir
 - berdasarkan peta hidrogeologi regional daerah ini termasuk daerah yang memiliki potensial dan prospek air tanah sedang
 - secara hidroklimatologi daerah penelitian tidak memiliki curah hujan yang termasuk bulan basah (>200 mm) sehingga termasuk dalam Iklim D (Kering). Daerah ini memiliki nilai curah hujan paling tinggi pada bulan Mei dan nilai curah hujan paling rendah pada bulan Oktober.
- Secara hidrogeologi dari hasil geolistrik dan Survey MAT disimpulkan bahwa kondisi geologi dan sistem air tanahnya sebagai berikut;
 - Secara umum daerah ini terdapat 2 kelompok AKIFER DANGKAL BERUPA PASIR LEMPUNGAN (mulai kedalaman 2 m) dan AKIFER DALAM BERUPA BATUPASIR (mulai kedalaman 50 m). Kedua akifer tersebut dibatasi oleh lapisan lempung yang kedap air (akliklud).
 - Akifer dangkal merupakan lapisan tanah bagian paling atas setelah tanah penutup, yang bersifat mudah lolos air serta yang mempunyai kemampuan mengalirkan airtanahnya cukup baik dengan kedalaman mencapai 12-15 m.
 - Sistem air tanah didaerah ini pada akifer dangkalnya mempunyai arah aliran dari TIMUR LAUT ke BARAT DAYA dengan muka air tanah pada kedalaman 6-7 m
- Dengan memperhatikan hasil geolistrik dan pola aliran air tanahnya yang ada maka disarankan, dibuat sumur pantau sampai kedalaman 12 M dan sebanyak 3 titik (1 di hulu dan 2 di hilir)
- Hasil pengujian kemampuan mengalirkan air atau sifat permeabilitas hasil laboratorium menunjukkan bahwa daerah penelitian didominasi oleh jenis tanah dengan tekstur lempung lanauan, yang bersifat relatif kedap air dan kemampuan mengalirkan airtanahnya kecil, dengan nilai K antara $1.1 \cdot 10^{-6}$ sampai $1.7 \cdot 10^{-6}$ cm/s.
- Dari hasil laboratorium tanah, terlihat kondisi tanah di daerah rencana *sanitary landfill* berjenis CH (*Clay High Plasticity*) dan MH (*Silt High Plasticity*) dengan nilai jenis tanahnya:
 - berat isi tanah, γ_n ; bernilai 1.62 – 1.86 gr/cm³
 - specific gravity, Gs ; bernilai 2.71 – 2.74
 - ukuran butir, gravel 1-58%, pasir 8 – 43%, lanau 16– 30% dan ukuran butir lempung adalah paling dominan 10-66%

- 7) Penilaian lokasi eksisting *Sanitary Landfill* ANTAM Pomalaa telah dilakukan terhadap bidang hidrogeologi dengan hasil :
- Berdasarkan Kriteria SNI 03-3241-1994 mempunyai nilai 111 dari bidang hidrogeologi yaitu lingkungan fisik .
 - berdasarkan hasil analisis Le grand dapat diambil kesimpulan sementara untuk kondisi hidrogeologis lokasi *Sanitary Landfill* ANTAM Pomalaa memiliki nilai B dan kesimpulan yang dapat diambil adalah Sangat Baik.

Saran

1. Dengan memperhatikan hasil geolistrik dan pemetaan air tanah dan pola aliran air tanahnya tersebut maka disarankan, sumur pantau sampai kedalaman 12 M dan sebanyak 3 titik (1 di hulu dan 2 di hilir)

Daftar Pustaka

- Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Provinsi Jawa Barat. 2005. *Status Lingkungan Hidup Provisi Jawa Barat*.
- Juari, S. S. 2006. *Potensi Penggunaan Hidrotalsit dalam Remediasi Air Asam Tambang di Lahan Gambut. Seminar Nasional RPKLT Pertanian UGM, 1 Februari 2006*.
- Keputusan Menteri Kesehatan. 2002. *Syarat-syarat dan Pengawasan Kuanitas Ar Minum. KepMenKes RI No. 907/MENKES/SK/VII/ 2002*.
- Mason, C.F. 1993. *Biology of Freshwater Pollution. Second Edition. Longman Scientifis and Technical, New York. 351 p.*
- Peraturan Menteri Kesehatan. 1990. *Air Minum*. Permenkes No. 41/MenKes/Per/IX/1990.
- Sayoga, R. G. 2007. *Pengelolaan Air Tambang: Aspek Penting dalam Pertambangan yang Berwawasan Lingkungan. Pidato Ilmiah, majelis Guru Besar ITB. Jurusan Teknik Pertambangan ITB*.
- Subardja, A et al. 2007. *Pemulihan Kualitas Lingkungan Penambangan Batubara: Karakterisaasi dan Pengendalian air asam Tambang di Berau. Laporan Teknis, Proyek DIPA Puslit Geoteknologi– LIPI TA 2007*.
- Suripin. 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. ANDI – Yogyakarta.
- Witoto, S. S. 1997. *Pengelolaan Lingkungan . Disampaikan pada seminar LINGKUNGAN: Peran Pendidikan Teknik Lingkungan dalam Pembangunan Bangsa, Lustrum IX Pendidikan Teknik Lingkungan ITB, 15 Desember 2007, Dirjen Mineral, Batubara dan Panas Bumi, Departemen ESDM*.