



LAPORAN PENELITIAN

**PENGARUH
TEMPAT PEMBUANGAN SAMPAH AKHIR (TPA)
TERHADAP KUALITAS FISIK DAN KIMIA AIR TANAH
DANGKAL**
(Studi Kasus: TPA BANTAR GEBANG BEKASI, JAWA BARAT)

Oleh:

Ir. Mimmim Arumi Wardiati, M.Si
Drs. Agus Susanto

**PUSAT STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TERBUKA
1999**

Lembar Pengesahan Laporan Penelitian

1. a. Judul Penelitian : **PENGARUH TEMPAT PEMBUANGAN SAMPAH AKHIR (TPA) TERHADAP KUALITAS FISIK DAN KIMIA AIR TANAH DANGKAL**
- b. Bidang Ilmu : Lingkungan
2. Ketua Peneliti :
 - Nama : Ir. Mimmim Arumi Wardiati, M.Si
 - NIP : 131573168
 - Pangkat/Golongan : Penata, III/c
 - Jabatan/NIP : Lektor Muda, 131573168
 - Jurusan/Fakultas : Biologi, Program Studi Pengelolaan Lingkungan/ FMIPA
3. Jumlah Anggota tim : 1 (satu) orang
4. Lokasi Penelitian : Bantar Gebang, Bekasi, Jawa Barat
5. Waktu Penelitian : 6 (enam) bulan
6. Biaya Penelitian : Rp.4.898.000,- (Empat juta delapan ratus sembilan puluh delapan ribu rupiah)

Jakarta, Desember 1999

Mengetahui,
Dekan FMIPA-UT

Ketua Peneliti,

Dr. Djati Kerami
NIP. 130422587

Ir. Mimmim Arumi Wardiati, M.Si
NIP. 131573168

Menyetujui,
Kepala Pusat Studi Indonesia

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian UT

Dr. Ir. Tian Belawati, M.Ed.
NIP. 131569974

WBP. Simandjuntak, M.Ed., Ph.D
NIP. 130212017

Lembar Identitas Tim Penelitian

1. Judul Penelitian : **PENGARUH TEMPAT PEMBUANGAN SAMPAH AKHIR (TPA) TERHADAP KUALITAS FISIK DAN KIMIA AIR TANAH DANGKAL**

2. Ketua Peneliti :
 - a. Nama : Ir. Mimmim Arumi Wardiati, M.Si
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. NIP : 131573168
 - d. Pangkat/Golongan : Penata /III/c
 - e. Jabatan Fungsional: Lektor Muda
 - f. Jurusan/Fakultas : Biologi, Program Studi Pengelolaan Lingkungan/ FMIPA
 - g. Alokasi Waktu : 4-5 jam/minggu

3. Anggota Peneliti :
 - a. Nama : Drs. Agus Susanto
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. NIP : 131844707
 - d. Pangkat/Golongan : Penata Tingkat I, III/b
 - e. Jabatan Fungsional: Asisten Ahli
 - f. Jurusan/Fakultas : Biologi, Program Studi Pengelolaan Lingkungan/ FMIPA
 - g. Alokasi Waktu : 4-5 jam/minggu

KATA PENGANTAR

Sehubungan dengan adanya kesempatan yang diberikan oleh Pusat Studi Indonesia Universitas Terbuka (PSI-UT) untuk melaksanakan penelitian bidang ilmu, maka kami sebagai staf edukatif Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Terbuka telah melaksanakan penelitian dengan judul "**Pengaruh Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPA) Terhadap Kualitas Fisik Dan Kimia Air Tanah Dangkal**".

Dengan selesainya penelitian ini tidak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Djati Kerami, selaku Dekan FMIPA-UT.
2. Bapak Dr. WBP. Simandjuntak, selaku Kepala Lembaga Penelitian UT.
3. Ibu Dr. Ir. Tian Belawati, M.Ed., selaku Kepala Pusat Studi Indonesia

Yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk melaksanakan penelitian ini.

Kami menyadari bahwa hasil penelitian ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kami sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca atau ada diantara pembaca yang berminat untuk melakukan penelitian lanjutan guna menyempurnakan hasil penelitian ini.

Jakarta, Desember 1999

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
Bab I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan dan Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kegunaan Penelitian	4
Bab II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sampah	5
2.2 Air Tanah Dangkal	6
2.3 Kualitas Air	8
2.4 Pengaruh Sampah Terhadap Kesehatan	9
2.5 Kualitas Air Minum	10
2.6 Indikator Pencemaran Air	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Lokasi Penelitian	17
3.2 Waktu Penelitian	17
3.3 Sampel	17
3.4 Pengumpulan Data	19
3.5 Analisis Data	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian	21
4.2 Pengaruh Kualitas Air Tanah Dangkal Terhadap Derajat Kesehatan Masyarakat Disekitar TPA Bantar Gebang	27
4.3 Radius Pencemaran Kualitas Air Sumur dan Air Minum Terhadap TPA Bantar Gebang	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
TABEL 1 Nilai Koefisien Permeabilitas Untuk Masing-masing Tanah	7
TABEL 2 Kondisi Angkutan Sampah Jakarta Tahun 1999	21
TABEL 3 Jumlah Penduduk Menurut Umur Daerah Penelitian TPA Bantar Gebang	26
TABEL 4 Jumlah Pemulung di TPA Bantar Gebang Berdasarkan Desa Terdekat	27
TABEL 5 Analisis Kualitas Air Sumur dan Air Minum Pada 6 Titik Pengambilan Sampel	29
TABEL 6 Analisis Kualitas Air Sumur di 6 Titik Sampel	35
TABEL 7 Penyebaran Penyakit Pada 6 Titik Daerah Pengambilan Sampel Air	36

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Bagan Skematis Terjadinya Air Tanah	8
Gambar 2 6 Titik Pengambilan Sampel Air	18
Gambar 3 Hasil Analisis Kualitas Air Sumur dan Air Minum pada 6 titik Pengambilan Sampel	28
Gambar 4 Unsur-unsur yang melebihi Nilai Ambang Batas Air Bersih	28
Gambar 5 Grafik Hubungan Jarak dengan pH Daerah Penelitian	30
Gambar 6 Potongan Melintang Daerah Penelitian yang menggambarkan pH Daerah Penelitian	30
Gambar 7 Grafik Hubungan antara Mn dengan Jarak	31
Gambar 8 Potongan Melintang Daerah Penelitian yang menggambarkan Mn	31
Gambar 9 Grafik Hubungan antara Jarak dengan Nitrat (NO ₃) Daerah Penelitian	32
Gambar 10 Potongan Melintang Daerah Penelitian yang menggambarkan Nitrat	33
Gambar 11 Grafik Hubungan antara Jarak dengan Sulfat (SO ₄) Daerah Penelitian	33
Gambar 12 Potongan Melintang Daerah Penelitian yang menggambarkan Sulfat (SO ₄)	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Jakarta yang ditetapkan sebagai Ibukota Negara Republik Indonesia, merupakan pusat segala aktivitas sosial, ekonomi, politik dan budaya. Kedudukan kota Jakarta tersebut membuka sejumlah kesempatan kerja yang cukup banyak. Hal ini menjadi daya tarik bagi penduduk di luar DKI Jakarta untuk mengadu nasib dalam meningkatkan taraf kehidupannya, karena desa sudah tidak dapat menjadi sumber kehidupan lagi (Nasikun, 1992).

Dampak adanya daya tarik kota menyebabkan kota berkembang secara luar biasa, namun penambahan sarana dan prasarana tidak dapat mengejar pesatnya pertumbuhan penduduk. Berdasarkan hasil sensus penduduk tengah tahun 1995, menunjukkan bahwa penduduk DKI Jakarta berjumlah 7.547.245 jiwa, dengan pertumbuhan sebesar 2,41%/tahun dan rata-rata kepadatan penduduk sebesar 11.413 jiwa/km² (Jakarta Dalam Angka, 1996).

Dengan perkembangan fisik maupun sosial terutama kependudukan yang luar biasa, kota Jakarta menghadapi berbagai kompleksitas (masalah), diantaranya adalah sampah. Sampah dalam hubungannya dengan kehidupan manusia dapat diartikan sebagai berbagai jenis barang buangan manusia yang dihasilkan atau diakibatkan dari kegiatan kehidupannya sehari-hari. Biasanya sampah berasal dari peristiwa-peristiwa tertentu dan dari usaha pemrosesan kebutuhan-kebutuhan hidup manusia, baik untuk konsumsi sendiri atau guna menghasilkan barang-barang lainnya, sehingga barang buangan tersebut sudah dianggap tidak berfungsi lagi bagi dirinya (Garna, 1982).

Berdasarkan jenisnya, sampah dikelompokkan menjadi dua, yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik adalah sampah yang mudah terurai dan mudah membusuk secara alami, sedangkan sampah anorganik adalah sampah

yang tidak mudah terurai dan tidak mudah membusuk seperti plastik, kaleng, kaca, logam dan lain sebagainya (Soeriaatmadja, 1984).

Menurut data dari Dinas Kebersihan DKI Jakarta tahun 1995/1996, produksi sampah harian di DKI Jakarta kurang lebih 25.824 m³, dan diperkirakan tahun 2005 menjadi 31.320 m³/hari dengan asumsi produk sampah 2,6 l/orang/hari. Dari jumlah tersebut sekitar 20% belum mampu diatasi dengan berbagai fasilitas yang telah disediakan oleh PEMDA DKI Jakarta. Dari total tersebut kurang lebih 74% adalah sampah organik dan sisanya adalah sampah anorganik.

Seiring dengan perkembangan kota Jakarta yang diikuti dengan berbagai fasilitasnya akan menambah daya tarik masyarakat dari luar Jakarta untuk tinggal dan mencari penghidupan sehingga Jakarta mengalami *booming* penduduk. Dengan semakin bertambahnya penduduk di DKI Jakarta, maka akan bertambah pula sampah yang dihasilkan. Untuk mengatasi (pemusnahan) sampah tersebut PEMDA DKI Jakarta telah membuat 3 lokasi (tempat) pembuangan sampah akhir (TPA), lokasi masing-masing disajikan dalam gambar 1, sedangkan mekanisme penanganan sampah disajikan dalam diagram 2, dan deskripsi masing-masing TPA adalah:

1. TPA Budidarma, Kelurahan Semper, Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara dengan luas 36 Ha, milik masyarakat dengan sistem pemusnahan *Open Dumping*.
2. TPA Kapuk Kamal, wilayah Jakarta Barat dengan luas 16 Ha, milik masyarakat dengan sistem pemusnahan *Open Dumping*.
3. TPA Bantar Gebang Bekasi, Jawa Barat dengan luas 108 Ha, milik PEMDA DKI Jakarta dengan sistem pemusnahan *Sanitary Landfill*.

Mengingat jumlah sampah makin hari makin bertambah, hal ini akan mengakibatkan sampah yang sampai di TPA tidak semuanya dapat dimusnahkan. Sisa sampah tersebut semakin hari semakin bertambah pula dan akhirnya sampah organik akan membusuk. Sampah yang membusuk tersebut di samping menimbulkan bau yang tidak sedap, juga akan menghasilkan cairan (*leachate*). *Leachate* tersebut apabila terkena hujan akan mengalir mengikuti grafitasi bumi

menuju ke arah yang lebih rendah dan akhirnya akan masuk ke sungai dan mencemari air sungai tersebut.

Leachate sampah di samping mengalir mengikuti aliran permukaan, juga akan meresap ke tanah (infiltrasi) melalui pori-pori tanah yang akhirnya akan mencemari air tanah dangkal. Kita tahu semua bahwa air tanah dangkal merupakan sumber air yang dikonsumsi oleh penduduk paling banyak, karena air tanah dangkal di samping pengambilannya cukup mudah juga cara operasionalnya dengan biaya yang cukup murah. Selain itu air tanah tidak mudah tercemar seperti air permukaan, tetapi sebaliknya kalau sudah tercemar pemulihannya tidak secepat air permukaan.

Demikian juga TPA Bantar Gebang Bekasi yang menggunakan sistem pemusnahan *Sanitary Landfill* yaitu sistem pemusnahan sampah dengan jalan sampah dibuang di tempat galian tanah kemudian ditimbun (Kusnoputranto, 1983). Sistem pemusnahan sampah dengan *Sanitary Landfill* ini mempunyai kontribusi yang besar terhadap pencemaran air baik air permukaan maupun air tanah terutama air tanah dangkal.

Seperti kita ketahui bersama bahwa air merupakan suatu sarana utama untuk meningkatkan derajat kesehatan, karena air merupakan salah satu media dari berbagai macam penularan penyakit, terutama penyakit perut. Penyakit perut adalah penyakit yang paling banyak terjadi di Indonesia (Totok Sutrisno, 1987).

Air yang langsung dipakai dari sumbernya untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih banyak kandungan-kandungan baik kandungan fisik, kimia dan biologi air. Kandungan-kandungan ini terutama kandungan kimia tidak akan mati atau larut dalam kondisi air yang masak atau dalam kondisi air mendidih.

1.2. Batasan dan Perumusan Masalah

a. Batasan Masalah

Mengingat luasnya lokasi penelitian TPA Bantar Gebang Bekasi Jawa Barat yaitu 108 Ha dan pengaruh pembuangan sampah bisa mempengaruhi kualitas air baik air permukaan maupun kualitas air tanah, maka dalam analisa penelitian ini akan dibatasi pada kualitas air tanah khususnya air tanah

dangkal. Air tanah dangkal merupakan salah satu sumber air yang paling besar dikonsumsi oleh penduduk sekitar TPA. Di samping itu, air tanah sulit tercemar dibandingkan dengan air permukaan, karena sifat-sifat tanah di atas air tanah dapat sebagai filter air tanah (yang berupa pori-pori tanah), namun apabila sudah tercemar akan sulit pemulihannya. Selain itu dampak dari tercemarnya air tanah dangkal di sekitar TPA, akan dianalisa pula pengaruh TPA terhadap kesehatan penduduk, sedangkan lokasi pengamatan adalah pada daerah hilir atau bagian bawah dari TPA Bantar Gebang Bekasi Jawa Barat.

- b. Rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah:
1. Sejauh mana pengaruh TPA Bantar Gebang terhadap kualitas fisik dan kimia air dangkal di sekitar Permukiman TPA Bantar Gebang?
 2. Sejauh mana pengaruh TPA Bantar Gebang terhadap kualitas fisik dan kimia air tanah dangkal yang berakibat ke kesehatan masyarakat sekitar?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

- A. Mengetahui sejauh mana (sampai radius berapa) pengaruh TPA Bantar Gebang terhadap kualitas fisik dan kimia air tanah khususnya air tanah dangkal.
- B. Mengetahui sejauh mana pengaruh TPA Bantar Gebang terhadap derajat kesehatan masyarakat di sekitar TPA.

1.4. Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah untuk mencoba mengungkapkan sejauh mana (sampai radius berapa) pengaruh TPA terhadap kualitas air tanah dangkal, serta mencoba mengungkap pula pengaruh *leachate* terhadap kesehatan masyarakat sekitar TPA Bantar Gebang Bekasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sampah

Sampah (*refuse*) ialah sebagian dari sesuatu yang tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang harus dibuang, yang semuanya berasal dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia (termasuk kegiatan industri), tetapi yang bukan biologis (karena kuman waste tidak termasuk di dalamnya) dan semuanya bersifat padat (Azrul Azwar, 1989).

Berdasarkan sumbernya, sampah dapat digolongkan atas 3 kelompok, yaitu:

1. *Domestic Refuse* (sampah rumah tangga)

Sampah ini biasanya merupakan sisa makanan, bahan dan peralatan yang sudah tidak terpakai dari rumah tangga (plastik, kaleng, karton/kardus, dll).

2. *Commercial Refuse* (sampah pusat-pusat perdagangan)

Sampah yang berasal dari tempat-tempat perdagangan seperti pasar, supermarket, pusat pertokoan, warung, dan lain-lain (kertas, kardus, pembungkus komoditi, peralatan-peralatan yang rusak).

3. *Industrial Refuse* (sampah industri)

Sampah-sampah ini biasanya berasal dari kegiatan industri, di samping itu, sampah yang berasal dari kegiatan agroindustri.

Berdasarkan ketiga sumber tersebut, komposisi sampah padat sebagian besar masih didominasi sampah organik yaitu:

Sampah Organik	65,05%
Sampah Non Organik	34,95%

dengan rincian sebagai berikut:

- Kertas	10,11%
- Kayu/Bambu	3,12%

- Kain dan takstil	2,45%
- Karet/Kulit dan yang sejenis	0,55%
- Plastik	11,08%
- Logam/Metal	1,90%
- Kaca/Gelas	1,63%
- Baterai	0,28%
- Tulang/Kulit telur	1,09%
- Lain-lain	2,74%

2.2 Air Tanah Dangkal

Air hujan yang jatuh di atas permukaan tanah (hal ini mempunyai tenaga kinetis yang besar, sehingga dapat memecah partikel/gumpalan tanah), akan mengisi legokan-legokan di permukaan tanah (*storage*). Dalam legokan tanah, air akan diikat oleh partikel-partikel tanah sampai tanah dalam keadaan jenuh. Apabila tanah sudah jenuh, maka air baru akan mengalir, hal ini disebut aliran permukaan (*run off*).

Air hujan yang diikat oleh partikel-partikel tanah tersebut kemudian meresap ke dalam tanah (infiltrasi). Besarnya infiltrasi diukur dari kecepatan air menembus agregat tanah per satuan waktu. Kapasitas infiltrasi suatu tanah pada suatu saat adalah kecepatan maksimum bagi air untuk menembus tanah. Laju infiltrasi adalah kecepatan yang digunakan oleh air hujan pada waktu menembus tanah selama berlangsungnya hujan (Linsley, 1991).

Air hujan tersebut terus bergerak ke bawah mengikuti pori-pori tanah (perkolasi). Air tersebut terus bergerak ke bawah akhirnya sampai pada suatu lapisan tanah yang dapat menerima air dan dapat meloloskan air (*akuifer*). Dalam *akuifer* ini air juga terus bergerak namun gerakannya bukan ke bawah lagi melainkan ke samping yang mengikuti hukum grafitasi dan permeabilitas masing-masing tanah. Permeabilitas tanah sangat dipengaruhi oleh jenis tanah, jadi antara satu tempat dengan tempat yang lain mempunyai permeabilitas yang berbeda. Untuk mengetahui besaran permeabilitas tanah, di bawah ini disajikan permeabilitas untuk berbagai jenis tanah.

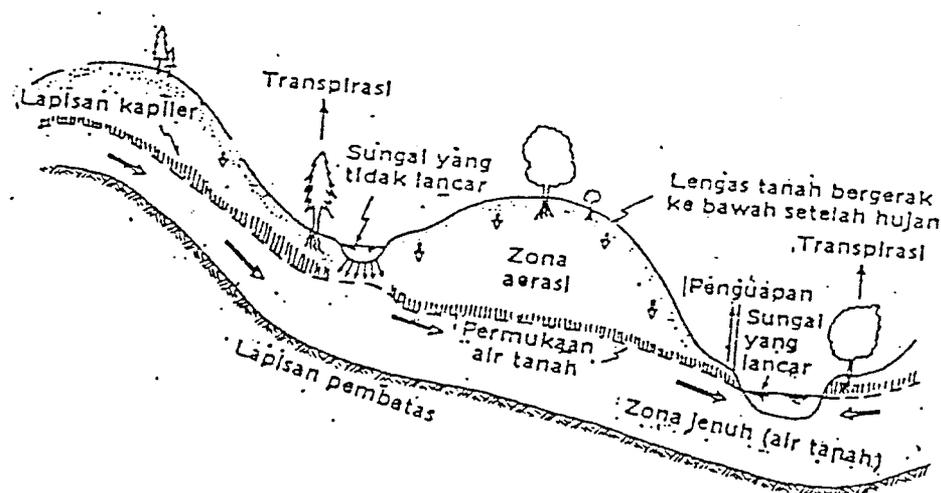
Tabel 1. Nilai Koefisien Permeabilitas Untuk Masing-masing Tanah

Jenis Tanah	K (m/hari)
Clay soils (surface)	0.01 - 0.2
Deep clay beds	10^{-8} - 10^{-2}
Loam soil (surface)	0.1 - 1
Fine sand	1 - 5
Medium sand	5 - 20
Coarse sand	20 - 100
Gravel	100 - 1000
Sand and gravel mixes	5 - 100
Clay, sand and gravel mixes (till)	0.001 - 0.1
Untuk bahan-bahan terkonsolidasi:	
Sandstone	0.001 - 1
Carbonat rock with second porosity	0.01 - 1
Shale	10^{-7}
Dense, solid rock	$< 10^{-5}$
Fractured or weather rock (aquifer)	0.001 - 10
Volcanic rock	0 - 1000

Sumber: Linsley, 1991

Air tanah di sini ada dua macam yaitu air tanah bebas (*unconfined aquifer*) yaitu air tanah yang bagian bawahnya dilapisi oleh lapisan yang kedap air, sedangkan bagian atasnya bebas, lapisan akuifer ini yang biasa digunakan oleh penduduk untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih. Dan yang kedua adalah air tanah tertekan (*confined aquifer*) yaitu air tanah yang baik bagian atas maupun bagian bawahnya dilapisi kedap air, jadi pengisian air dari suatu daerah yang disebut daerah umpan (*recharge area*). Akuifer tertekan ini apabila di bor, maka airnya akan keluar ke atas permukaan bumi sampai mencapai suatu batas yang disebut *garis peizometric*, hal ini yang disebut sumur artesis. Proses terjadinya air tanah dan keberadaannya disajikan dalam gambar 3.

Gambar 1. Bagan Skematis Terjadinya Air Tanah (Linsley, 1991)



2.3 Kualitas Air

Sampai saat ini sebagian besar penduduk Indonesia menggantungkan kebutuhan air, terutama kebutuhan air minum dari air tanah, baik penduduk yang tinggal di pedesaan maupun perkotaan. Mengingat besarnya fungsi air tanah, maka perlu dijaga kualitasnya agar tidak membahayakan masyarakat.

Pencemaran air tanah lebih sulit dilihat secara visual dari pada pencemaran air permukaan, karena sifat-sifat tanah di atas permukaan air tanah dan akuifer tempat air tanah berada dapat bersifat sebagai filter alami.

Di samping tanah sebagai filter alami untuk air tanah, di dalam tanah juga mempunyai kemampuan untuk menetralkan diri oleh organisme. Agar organisme bisa hidup, dibutuhkan oksigen. Kondisi oksigen di air tanah sangat penting, terutama bagi daerah-daerah dataran rendah. Hasil metabolisme berupa CH_4 , H_2S dan NH_4 memberikan angka *Biological Oxygen Demand* (BOD) yang berbeda-beda. Kadar *Dissolve Oxygen* (DO) yang rendah merupakan indikator penting dari suatu beban masukan organik yang dirombak. Pemantauan DO merupakan informasi terhadap keseimbangan bahan organik yang masuk melalui air tanah. Jumlah bahan organik dalam air tanah dapat diketahui dengan mengukur BOD.

Kandungan bahan organik dalam air dapat disamakan dengan berbagai parameter diantaranya nilai BOD, COD atau bahan penguap (*volatile*). *Biological Oxygen Demand* (BOD) adalah suatu ukuran jumlah oksigen yang diperlukan oleh

mikroorganisme untuk dekomposisi bahan organik dalam air di bawah kondisi aerob (Couter dan Hill, 1979).

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran air, sehingga uji ini sering pula digunakan untuk mengevaluasi efisiensi alat pengolahan limbah. Nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat organik dan anorganik dalam suatu larutan. Jika bahan organik terlarut merupakan bahan organik tahan urai dan sangat lambat mengalami proses penghancuran akan dicirikan oleh COD yang tinggi dan nilai BOD rendah.

Penguraian bahan organik secara biokimiawi oleh bakteri akan menghasilkan garam-garam anorganik dan senyawa organik sederhana serta mengurangi kandungan oksigen terlarut (DO) dalam air, karena oksigen terlarut yang tersedia dimanfaatkan oleh bakteri untuk menguraikan bahan organik.

2.4. Pengaruh Sampah Terhadap Kesehatan

Menurut Slamet, Soemirat J. (1994: 154) pengaruh sampah terhadap kesehatan dapat dikelompokkan menjadi efek yang langsung dan tidak langsung. Yang dimaksud efek langsung adalah efek yang disebabkan karena kontak yang langsung dengan sampah tersebut. Misalnya, sampah beracun, sampah yang korosif terhadap tubuh, yang karsinogenik, teratogenik, dan lain-lainnya. Selain itu ada pula sampah yang mengandung kuman patogen, sehingga dapat menimbulkan penyakit. Sampah ini dapat berasal dari sampah rumah tangga selain sampah industri.

Pengaruh tidak langsung dapat dirasakan masyarakat akibat proses pembusukan, pembakaran, dan pembuangan sampah. Dekomposisi sampah biasanya terjadi secara aerobik, dilanjutkan secara fakultatif, dan secara anaerobik apabila oksigen telah habis.

Leachate

Dalam Slamet, Soemirat J. (1994: 155) disebutkan bahwa dekomposisi sampah secara anaerobik akan menghasilkan cairan yang disebut '*leachate*' beserta gas. Leachate atau lindi ini adalah cairan yang mengandung zat padat tersuspensi

yang sangat halus dan hasil penguraian mikroba; biasanya terdiri atas Ca, Mg, Na, K, Fe, Klorida, Sulfat, Phosfat, Zn, Ni, CO₂, H₂O, N₂, NH₃, H₂S, Asam organik, dan H₂. Tergantung dari kualitas sampah, maka di dalam leachate bisa pula didapat mikroba patogen, logam berat dan zat lainnya yang berbahaya. Dengan bertambahnya waktu, maka jumlah lindi akan berkurang. Zat anorganik seperti Chlorida sulit sekali berkurang sekalipun terjadi proses atenuasi di dalam tanah. Proses atenuasi seperti telah diuraikan terdahulu dapat berupa pertukaran ion, adsorpsi, pembentukan kompleks, filtrasi, biodegradasi, dan presipitasi. Oleh karenanya, klorida dan zat padat terlarut dapat digunakan sebagai indikator untuk mengikuti aliran lindi. Pengaruh terhadap kesehatan dapat terjadi karena tercemarnya air tanah, tanah, dan udara.

Efek tidak langsung lainnya berupa penyakit bawaan vektor yang berkembang biak di dalam sampah. Sampah bila ditimbun sembarangan dapat dipakai sarang lalat dan tikus. Seperti kita ketahui, lalat adalah vektor berbagai penyakit perut. Demikian juga halnya dengan tikus, selain merusak harta benda masyarakat, tikus juga sering membawa pinjal yang dapat menyebarkan penyakit Pest.

2.5 Kualitas Air Minum

Menurut Slamet, Soemirat J. (1994: 110), air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Air minumpun seharusnya tidak mengandung kuman patogen dan segala mahluk yang membahayakan kesehatan manusia. Tidak mengandung zat kimia yang dapat mengubah fungsi tubuh, tidak dapat diterima secara estetis, dan dapat merugikan secara ekonomis. Air itu seharusnya tidak korosif, tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya. Pada hakekatnya, tujuan ini dibuat untuk mencegah terjadinya serta meluasnya penyakit bawaan air (*water-borne diseases*).

Atas dasar pemikiran tersebut dibuat standar air minum yaitu suatu peraturan yang memberi petunjuk tentang konsentrasi berbagai parameter yang sebaiknya diperbolehkan ada di dalam air minum agar tujuan PAB dapat tercapai. Standar sedemikian akan berlainan dari negara ke negara, tergantung pada keadaan sosio-kultural termasuk kemajuan teknologi suatu negara. Negara dengan keadaan ekonomi lebih rendah dan teknologi juga rendah, maka biasanya kesehatannyapun

rendah. Di negara sedemikian biasanya standar air minumpun tidak ketat, karena kemampuan mengolah air (teknologi) masih belum canggih dan masyarakat belum mampu membeli air yang harus diolah secara canggih yang tentunya juga mahal. Standar di setiap negara memang harus layak bagi keadaan sosial-ekonomi-budaya setempat. Untuk negara berkembang seperti di Indonesia, perlu didapatkan cara-cara pengolahan ataupun pengelolaan air yang relatif murah (teknologi tepat guna), sehingga kualitas air yang dikonsumsi masyarakat dapat dikatakan baik atau memenuhi standar internasional, tetapi terjangkau oleh masyarakatnya. Hal ini penting, karena syarat air minum ini merupakan salah satu syarat dasar untuk dapat menarik wisatawan dari manca negara. Akan tetapi, dari manapun asalnya, suatu standar parameternya selalu dibagi ke dalam beberapa bagian antara lain sebagai berikut:

1. parameter fisis
2. parameter kimiawi

1. Parameter Fisik

Air minum yang berbau selain tidak estetik juga tidak akan disukai oleh masyarakat. Bau air dapat memberi petunjuk akan kualitas air. Misalnya, bau amis dapat disebabkan oleh tumbuhnya algae.

TDS biasanya terdiri atas zat organik, garam anorganik dan gas terlarut. Bila TDS bertambah maka kesadahan akan baik pula (28). Selanjutnya, efek TDS ataupun kesadahan terhadap kesehatan tergantung pada spesies kimia penyebab masalah tersebut.

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Buangan industri dapat juga merupakan sumber kekeruhan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya. Bakteri ini juga merupakan zat organik tersuspensi, sehingga pertambahannya akan menambah pula kekeruhan air. Demikian pula dengan algae yang berkembang biak karena adanya zat hara N, P, K akan menambah kekeruhan air. Air yang keruh sulit

didesinfeksi, karena mikroba terlindung oleh zat tersuspensi tersebut. Hal ini tentu berbahaya bagi kesehatan, bila mikroba itu patogen.

Air minum biasanya tidak memberi rasa/tawar. Air yang tidak tawar dapat menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan. Rasa logam/amis, rasa pahit, asin, dan sebagainya. Efeknya tergantung pula pada penyebab timbulnya rasa tersebut.

Suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas terutama agar (i) tidak terjadi pelarutan zat kimia yang ada pada saluran/pipa, yang dapat membahayakan kesehatan, (ii) menghambat reaksi-reaksi biokimia di dalam saluran/pipa, (iii) mikroorganisme patogen tidak mudah berkembang biak, dan (iv) bila diminum air dapat menghilangkan dahaga.

Air minum sebaiknya tidak berwarna untuk alasan estetis dan untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme yang berwarna. Warna dapat disebabkan adanya tanin dan asam humat yang terdapat secara alamiah di air rawa, berwarna kuning muda, menyerupai urine, oleh karenanya orang tidak mau menggunakannya. Selain itu, zat organik ini bila terkena Klor dapat membentuk senyawa-senyawa khloroform yang beracun. Warnapun dapat berasal dari buangan industri.

2. Parameter Kimia

Parameter kimia air yang berpengaruh terhadap kesehatan adalah:

- a. **Besi atau ferrum (Fe)** adalah metal berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk. Di alam didapat sebagai hematit. Di dalam air minum Fe menimbulkan rasa, warna (kuning), pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi, dan kekeruhan. Besi dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan hemoglobin. Banyaknya Fe di dalam tubuh dikendalikan pada fase absorpsi. Tubuh manusia tidak dapat mengekskresikan Fe. Karenanya mereka yang sering mendapat transfusi darah, warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe.

Sekalipun Fe itu diperlukan oleh tubuh, tetapi dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kematian seringkali disebabkan oleh rusaknya

dinding usus ini. Debu Fe juga dapat diakumulasi di dalam alveoli, dan menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru.

b. **Kesadahan**

Kesadahan dapat menyebabkan pengendapan pada dinding pipa. Kesadahan yang tinggi disebabkan sebagian besar oleh Calcium, Magnesium, Strontium, dan Ferrum. Masalah yang dapat timbul adalah sulitnya sabun membusa, sehingga masyarakat tidak suka memanfaatkan penyediaan air bersih tersebut.

c. **Clorida (Cl)**

Khlorida adalah senyawa halogen khlor (Cl). Toksisitasnya tergantung pada gugus senyawanya. Misalnya NaCl sangat tidak beracun, tetapi karbonil khlorida sangat beracun. Di Indonesia, Khlor digunakan sebagai desinfektan dalam penyediaan air minum. Dalam jumlah banyak, Cl akan menimbulkan rasa asin, korosi pada pipa sistem penyediaan air panas. Sebagai desinfektan, residu Khlor di dalam penyediaan air sengaja dipelihara, tetapi Khlor ini dapat terikat pada senyawa organik dan membentuk halogen-hidrokarbon (CL-HC) banyak diantaranya dikenal sebagai senyawa-senyawa karsinogenik.

d. **Mangan (Mn)**

Mangan (Mn) adalah metal kelabu-kemerahan. Keracunan seringkali bersifat khronis sebagai akibat inhalasi debu dan uap logam. Gejala yang timbul berupa gejala susunan syaraf: insomnia, kemudian lemah pada kaki dan otot muka sehingga ekspresi muka menjadi beku dan muka tampak seperti topeng (*mask*). Bila pemaparan berlanjut, maka bicaranya melambat dan monoton, terjadi hyperrefleksi, clonus pada patella dan tumit, dan berjalan seperti penderita Parkinsonism. Selanjutnya akan terjadi *paralysis bulbar*, *post encephalitic Parkinsonism*, *multiple sclerosis*, *amyotrophic lateral sclerosis*, dan degenerasi lentik yang progresif. TIDAK ada gejala GI, saluran uro-genital (UG), kelaian sensoris, atau kelainan pada liquor cerebro spinalis. Keracunan Mn ini adalah salah satu contoh, di

mana kasus keracunan tidak menimbulkan gejala muntah berak, sebagaimana orang awam selalu memperkirakannya. Di dalam penyediaan air, seperti halnya Fe, Mn juga menimbulkan masalah warna, hanya warnanya ungu/hitam.

e. **Nitrat (NO₂) dan Nitrit (NO₃)**

Nitrat dan nitrit dalam jumlah besar dapat menyebabkan gangguan GI, diare campur darah, disusul oleh konvulsi, koma, dan bila tidak ditolong akan meninggal. Keracunan khronis menyebabkan depresi umum, sakit kepala, dan gangguan mental. Nitrit terutama akan bereaksi dengan hemoglobin membentuk *Methemoglobin* (MetHb). Dalam jumlah melebihi normal MetHb akan menimbulkan *Methemoglobinaemia*. Pada bayi *Methemoglobinaemia* sering dijumpai karena pembentukan enzim untuk menguraikan MetHb menjadi Hb masih belum sempurna. Sebagai akibat *Methemoglobinaemia*, bayi akan kekurangan oksigen, maka mukanya akan tampak membiru, dan karenanya penyakit ini juga dikenal sebagai penyakit 'blue babies'.

2.6 Indikator Pencemaran Air

Pencemaran air berdasarkan definisi dari Kupchella and Hyland (1993) dan Kep-02/MEN-KLH/1988 adalah masuknya komponen ke dalam air yang menyebabkan turunnya kualitas air baik oleh aktivitas manusia atau alam sehingga mengganggu kehidupan manusia dan/atau bentuk kehidupan lain.

Sumengen (1987) menyebutkan 10 parameter yang sering digunakan sebagai indikator terjadinya pencemaran air, yaitu:

1. Suhu

Suhu yang tinggi dapat menimbulkan berbagai permasalahan, yaitu (Kupchella and Hyland, 1993):

- a. Terganggunya metabolisme dan komposisi kimia makhluk hidup.
- b. Meningkatnya kelarutan beberapa komponen kimia.
- c. Menurunnya kelarutan gas, dan

- d. Meningkatnya kadar BOD karena suhu mempercepat proses penguraian.

2. **Kekeruhan**

Tingkat kekeruhan yang tinggi dapat menimbulkan masalah sebagai berikut (Sutomo, 1987):

- a. Air menjadi keruh dan tidak jernih.
- b. Fotosintesis tanaman air terganggu akibat terhalangnya penetrasi sinar matahari ke dalam air, dan
- c. Bakteri patogen dapat berlindung di dalam atau di sekitar bahan penyebab kekeruhan.

3. **TTS (*Total Suspended Solid*/total padatan tersuspensi)**

Kandungan TTS yang tinggi dalam air dapat menyebabkan timbulnya masalah sebagai berikut (Jain, 1981) dan (Kupchella and Hyland, 1993):

- a. Kualitas fisik air menurun.
- b. Lumpur dan komponen tak terlarut lain menyebabkan penyumbatan saluran air dan menjadikan air keruh, serta
- c. Adanya logam dan zat racun lain dalam padatan tersuspensi.

4. **pH**

pH yang ekstrim ($< 6,5$ atau $> 8,5$) menyebabkan timbulnya masalah sebagai berikut (Sutomo, 1987):

- a. Proses penjernihan air dan limbah cair terganggu.
- b. Organisme air terganggu dan dapat menyebabkan kematian, dan
- c. Terjadi iritasi mata dan kulit pada manusia.

5. **DO (*Dissolved Oxygen*/oksigen terlarut)**

Kandungan DO yang rendah di perairan dapat menimbulkan masalah sebagai berikut (Jain, 1981):

- a. Matinya organisme yang bersifat aerobik.
- b. Timbulnya bau akibat meningkatnya konsentrasi asam organik, hidrogen sulfida, dan ammonia, serta
- c. Terganggunya proses penguraian secara aerobik.

6. BOD, COD, dan KMnO_4

Uji BOD, COD, dan KMnO_4 secara luas digunakan untuk menentukan kekuatan pencemaran dari limbah cair (Jain, 1981). Ketiganya merupakan zat pengikat oksigen yang dalam kadar tinggi menyebabkan masalah sebagai berikut (Slamet, 1994):

- a. Berkurang hingga habisnya DO dalam perairan, dan
- b. Menyebabkan perairan menjadi bau karena kondisi yang anaerobik.

7. Fosfat

Tingginya kandungan fosfat dalam air menyebabkan meningkatnya pertumbuhan organisme air, terutama tanaman air (Sutomo, 1987).

8. Ammonia, Nitrit, dan Nitrat

Tingginya kandungan ketiga senyawa nitrogen ini dalam air menyebabkan peningkatan pertumbuhan ganggang dan tumbuhan air lain (Sugiharto, 1987).

9. Bakteri Coli

Coli digunakan sebagai indikator karena mudah ditemukan dengan cara yang sederhana, tidak berbahaya, dan sulit hidup lebih lama dari bakteri patogen lain (Sutomo, 1987).

10. Kehidupan Air

Kehidupan air beragam jenisnya, tetapi yang digunakan sebagai indikator pencemaran air adalah ganggang (Sugiharto, 1987). Ganggang dapat menimbulkan masalah sebagai berikut (Jain, 1981):

- a. Timbulnya buih pada air permukaan.
- b. Timbulnya bau busuk akibat proses penguraian sel ganggang yang mati.
- c. Turunnya kandungan DO dalam air karena adanya proses penguraian dan pernafasan ganggang.
- d. Tersumbatnya penyaring di Instalasi Pengolahan Air Kotor, dan
- e. Timbulnya rasa dan bau pada penyediaan air bersih.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di TPA Bantar Gebang Bekasi, yang mencakup 3 (tiga) desa, yaitu:

- Desa Ciketing Udik
- Desa Sikuwul
- Desa Sumur Batu

Ketiga desa tersebut terdapat di Kecamatan Bantar Gebang Kabupaten Bekasi, Jawa Barat.

3.2. Waktu Penelitian

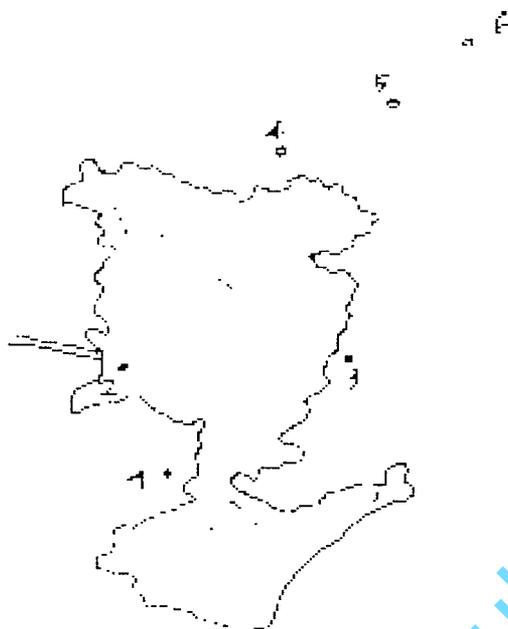
Waktu yang diperlukan untuk penelitian ini adalah 6 (enam) bulan sejak proposal penelitian ini disetujui.

3.3. Sampel

1. Titik Pengambilan Sampel Air

Titik pengambilan sampel air ditentukan 6 (enam) titik: 4 (empat) titik yang mengikuti garis lurus terhadap aliran air terendah dan 2 (dua) titik yang lain yang ketinggian konturnya lebih rendah dari 4 titik yang lain.

Gambar 2. 6 Titik Pengambilan Sampel Air



2. Sampel Penduduk

Sampel penduduk diambil pada 3 (tiga) desa yaitu: Desa Ciketing Udik, Desa Cikiwul, dan Desa Sumur Batu.

Teknik Pengambilan Sampel:

Besarnya sampel menggunakan rumus Cochran (1963: 72) sebagai berikut:

$$n = \frac{4pq}{L^2}$$

di mana:

n = besar sampel

p = proporsi angka kesakitan penduduk. Diperkirakan proporsi angka kesakitan Pemukiman Nelayan Muara Angke Kelurahan Pluit Jakarta Utara adalah 10%.

q = $1 - p = 90\%$

L = Margin of Error diperkirakan = 6% untuk populasi relatif homogen

$$\text{Maka besarnya } n = \frac{4pq}{L^2} = \frac{4(10 \times 90)}{6^2} = 100.$$

3.4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui Data Primer dan Data Sekunder.

- Data Primer dilakukan melalui:
 1. Pengambilan sampel air sebanyak 2 liter pada masing-masing titik dan dilakukan uji laboratorium untuk unsur fisik, kimia dan biologi air.
 2. Wawancara

Alat pengumpul data berupa kuesioner (format terlampir) yang dibagi dua, yaitu kuesioner umum dan kuesioner khusus. Kuesioner umum untuk mendapatkan gambaran umum dari sampel seperti jumlah anggota keluarga, penghasilan keluarga. Sedangkan kuesioner khusus untuk mendapatkan data angka kesakitan penduduk dan juga wawancara.
- Data Primer dilakukan melalui Instansi yang terkait antara lain:
 1. Dinas Kebersihan DKI Jakarta
 2. Kecamatan Bantar Gebang
 3. Puskesmas Bantar Gebang
 4. LPA Bantar Gebang
 5. Bakosurtanal untuk mendapatkan peta Rupa Bumi.

3.5. Analisis Data

Kualitas Air

- a. Penelitian Kualitas Air Tanah. Untuk penelitian kualitas air tanah ini diambil sampel air tanah dangkal dari sumur-sumur penduduk di sekitar lokasi TPA, kemudian sampel tersebut dibawa ke laboratorium untuk dianalisis. Cara pengambilan sampel air yaitu dengan menarik garis lurus dimulai dari TPA ke arah hilir. Hasil analisis laboratorium tersebut di *cross check* dengan standar baku mutu kualitas air bersih yang dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan RI Nomor: 416/MENKES PER/IX/1990.

Uji laboratorium dengan melakukan 3 kali pengujian pada tiap sample

- b. Untuk pendugaan penyakit yang diakibatkan oleh penurunan kualitas air tanah dengan adanya TPA Bantar Gebang dilakukan Analisis Statistik deskriptif dengan menggunakan modus dan persentil. Mentabulasikan ke dalam tabel Frekuensi Penyebaran Penyakit.

Universitas Terbuka

BAB IV

HASIL dan PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Daerah Penelitian

4.1.1. Kondisi Fisik TPA Bantar Gebang

TPA Bantar Gebang Bekasi mulai beroperasi sejak tahun 1989 dengan luasan 108 Ha. Awal mula dibuat TPA Bantar Gebang adalah untuk menampung sampah dari DKI saja yang pada waktu itu jumlahnya hanya $\pm 15.000 \text{ m}^3/\text{hari}$. Namun seiring dengan perkembangan kota Jakarta yang sangat cepat disertai dengan pola hidup masyarakatnya yang konsumtif, maka jumlah sampah yang dihasilkan saat ini (1999) mencapai $25.000 \text{ m}^3/\text{hari}$. Jumlah sampah tersebut tidak semuanya bisa terangkut ke TPA Bantar Gebang, tetapi hanya $21.876 \text{ m}^3/\text{hari}$ (84,68%), sisanya dimanfaatkan oleh penduduk untuk pengurugan tanah dan pupuk alam (Anonim, 1998). Saat ini sampah yang dibuang di TPA Bantar Gebang berasal dari DKI Jakarta dan Bekasi.

Untuk mengangkut sampah yang begitu banyak dari 5 kotamadya Jakarta ke TPA Bantar Gebang digunakan sarana pengangkutan berupa truk. Sarana pengangkutan sampah dari masing-masing kotamadya disajikan dalam tabel 2. Untuk Jakarta Barat dan Utara sampah-sampah tersebut dipaketkan terlebih dahulu baru diangkut dengan truk capsul.

Tabel 2. Kondisi Angkutan Sampah Jakarta Tahun 1999

No	Sarana Angk.Sampah	Tipe	Dinas	Pusat	Utara	Selatan	Timur	Barat
1.	Truk Bak Kayu	Besar	7	25	1	2	4	5
		Kecil	--	--	--	--	--	--
2.	Truk Typer	Besar	5	45	25	27	25	21
		Kecil	11	53	32	41	46	28
3.	Truk Arm Roll	Besar	--	19	17	23	14	19
		Kecil	2	18	15	15	18	10
4.	Truk Compactor	Besar	--	7	4	7	5	3
		Kecil	5	11	7	20	22	14
5.	Truk Crane	Besar	1	2	--	1	2	--
		Kecil	2	--	--	--	--	--
Jumlah			31	130	101	136	136	100

Sumber: Dinas Kebersihan DKI Jakarta, 1997.

4.1.2 Kondisi Fisik dan Lingkungan TPA Bantar Gebang

A. Kondisi Geografi

Secara geografis TPA Bantar Gebang dialiri 3 sungai kecil yang bersifat perenial yang alirannya mengalir sepanjang tahun. Ketiga sungai tersebut adalah:

1. Sungai Ciketing yang berhulu di Desa Ciketing Batu.
2. Sungai Sumur Batu yang telah dinormalisasi.
3. Beberapa saluran irigasi.

Sungai Sumur Batu akan bertemu dengan sungai Ciketing di bagian Timur lahan dan sungai inilah yang dipakai untuk membuang sisa pengolahan leachete TPA Bantar Gebang.

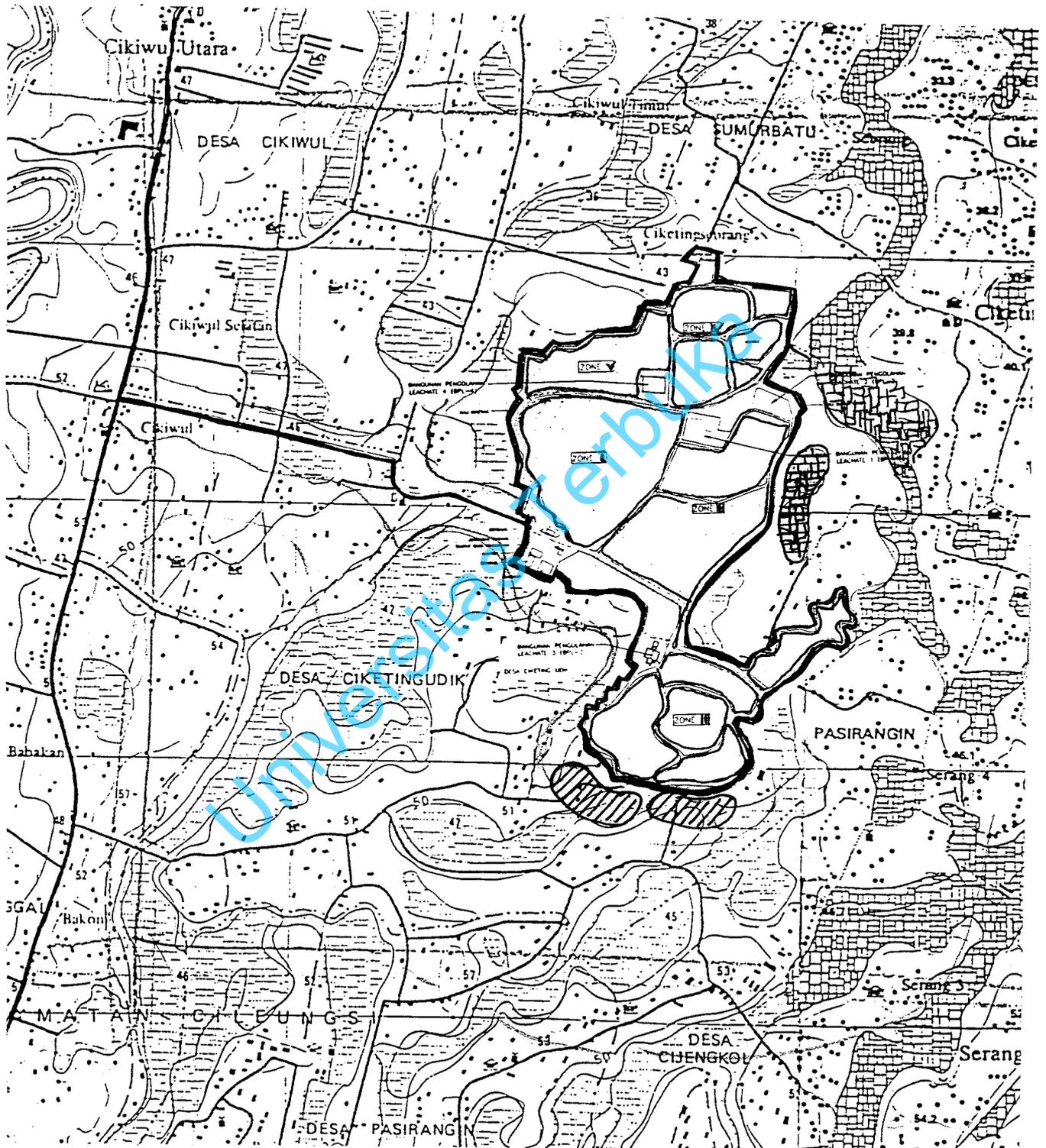
Dilihat secara fisiografis TPA Bantar Gebang topografinya landai hingga berombak dengan kemiringan lahan di bagian selatan lebih tinggi dibandingkan dengan bagian utara, sehingga arah aliran baik air permukaan maupun air tanah mengikuti kemiringan tersebut, yaitu mengarah ke Utara.

B. Zona Peruntukan Lahan

TPA dan lingkungan Bantar Gebang mempunyai areal yang cukup luas yaitu 108 ha. Areal yang cukup luas tersebut untuk mempermudah operasional dibagi kedalam 5 zona. Saat ini, baru beroperasi adalah zona 1, 2, dan 3. Sedangkan zona 4 dan 5 akan dioperasikan pada tahun 2000. (Gambaran secara umum lokasi TPA Bantar Gebang disajikan dalam gambar).

Pada saat dilakukan penelitian, di luar TPA pada zona 1, 2, dan 3 ditemukan banyak penduduk yang menumpuk sampah dihalaman-nya untuk dipulung.

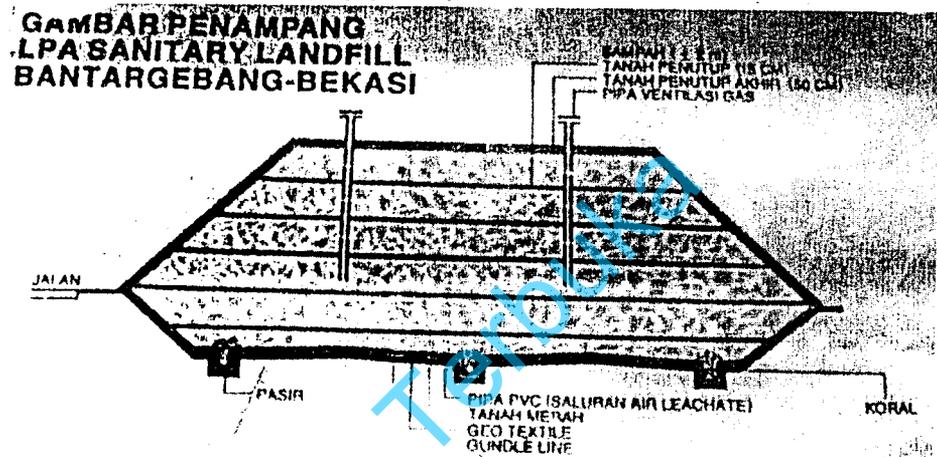
PETA TPA BANTAR GEBANG



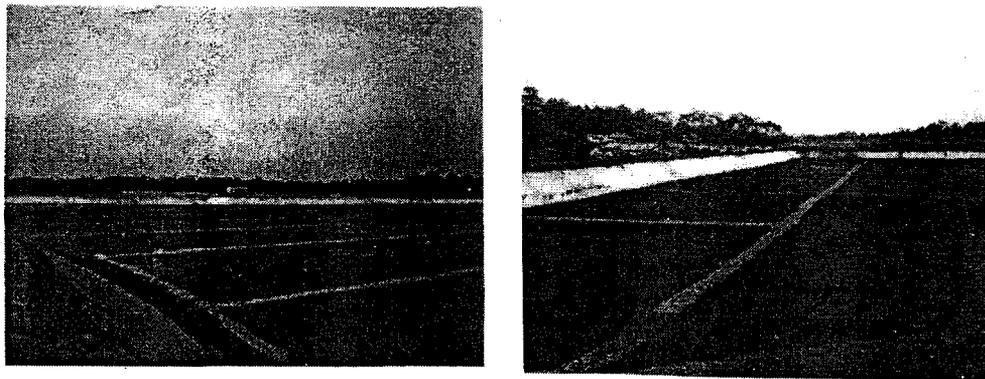
- = Sawah
- ▣ = Permukiman
- = Rawa
- ◉ = Pembuangan sampah liar

C. Sistem Pengolahan Sampah

Sistem pemusnahan sampah yang dipakai di TPA Bantar Gebang adalah *Sanitary Land Fill* yaitu sampah ditaruh di dalam tanah yang terbuka yang disiapkan terlebih dahulu. Sampah disebar dan disusun serta dipadatkan, sehingga akan terbentuk suatu timbunan sampah padat. Dan pada setiap akhir hari operasi timbunan sampah tersebut akan dilapisi dengan tanah penutup setebal ± 30 cm.



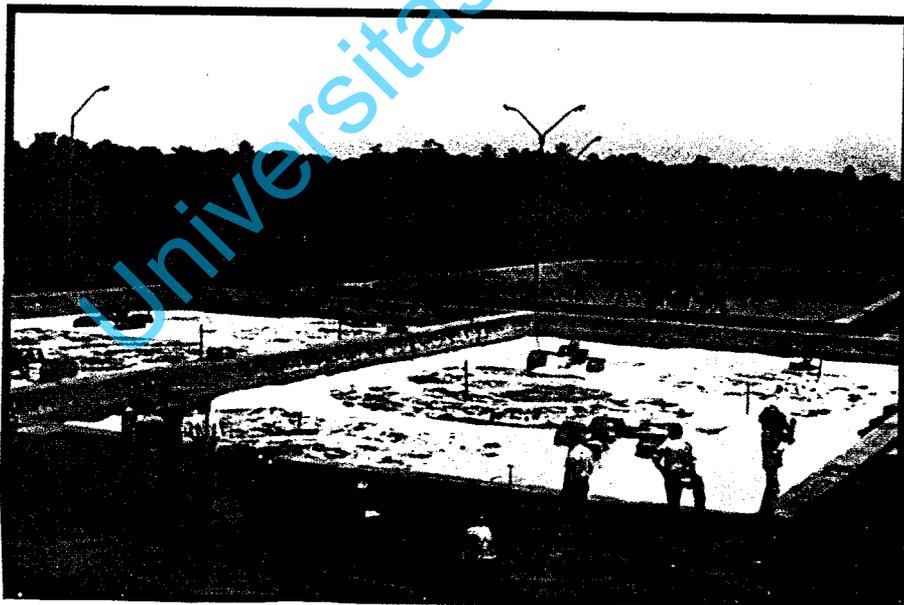
Untuk menghindari leachate meresap ke dalam tanah, atau sebaliknya air tanah naik ke timbunan sampah, didasar masing-masing zona ditaruh lapisan Geotekstil yang kedap terhadap air. Selanjutnya leachate dialirkan ke IPAS (Instalasi Pengolah Air Sampah) melalui pipa paralon untuk ditreatment. Setelah leachate mengalami perlakuan hingga mencapai kadar tertentu baru di buang ke sungai Ciketing Udik.



Gambar: Pembuatan konstruksi dengan Geotekstil pada zona 1, 2, 3, 4

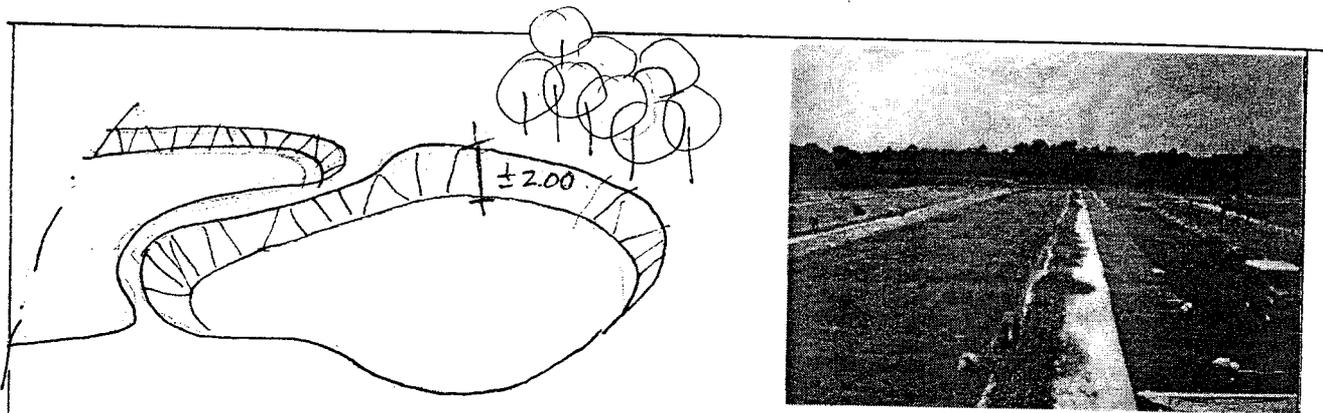


Gambar: Pemasangan Geotekstil



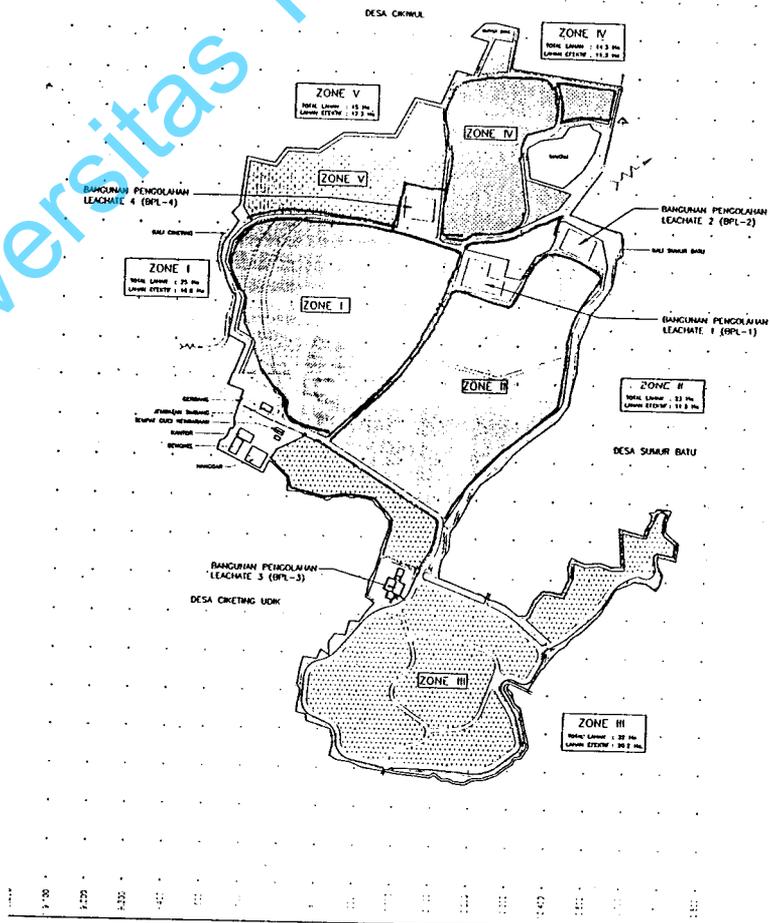
Gambar: Instalasi Pengolah Air Sampah (IPAS)

Di samping leachate di alirkan ke IPAS, untuk menjaga agar leachate tidak mengalir kemana-mana, TPA Bantar Gebang dikelilingi oleh selokan yang akhirnya dibuang ke sungai Ciketing.



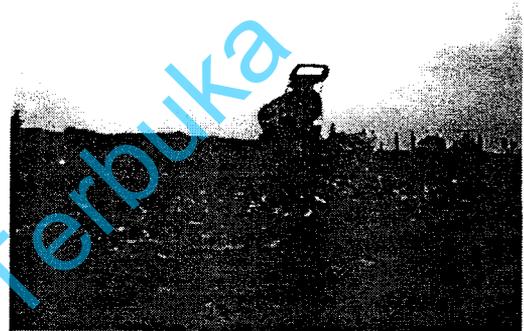
Gambar: Penggalian lubang pada tiap zona dengan kedalaman 2 meter

Gambar: Pembagian zona
pembuangan sampah





Kedatangan truk sampah
Di TPA Bantar Gebang



Pembuangan sampah
Pada zona 1, 2, dan 3



Pemadatan sampah
Pada tiap zona



Pipa ventilasi gas
yang terdapat pada
Tiap zona pembuangan

4.1.3. Kondisi Sosial TPA Bantar Gebang

Secara administrasi TPA Bantar Gebang terletak di 3 desa yaitu Desa Ciketing Udik, Ciketing, dan Sumur Batu, Kecamatan Bantar Gebang Kabupaten Bekasi. Lahan TPA terletak \pm 13 km sebelah selatan kota Bekasi dan berjarak \pm 2 km dari jalan Raya Bekasi-Bogor (Anonim, 1999).

Komposisi penduduk di 3 desa yang ditempati oleh TPA Bantar Gebang pada bulan Oktober disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Penduduk Menurut Umur Daerah Penelitian TPA Bantar Gebang

No	Kel. Umur	Desa					
		Ciketing		Ciketing Udik		Sumur Batu	
		L	P	L	P	L	P
1	0 - 4	455	469	648	563	523	526
2	5 - 9	464	478	277	279	322	328
3	10 - 14	380	325	310	293	492	493
4	15 - 19	353	401	176	167	265	253
5	20 - 24	527	338	224	195	192	239
6	25 - 29	412	419	242	249	221	148
7	30 - 34	381	270	519	415	242	236
8	35 - 39	229	249	274	168	222	135
9	40 - 44	145	100	319	270	127	109
10	45 - 49	85	99	144	152	123	104
11	50 - 54	96	84	124	122	84	104
12	55 - 59	59	48	111	93	43	40
13	60 - 64	50	53	107	85	29	23
14	> 65	51	50	13	44	14	25
Jumlah		3.677	3.387	3.488	3.095	2.896	3.256

Sumber: Laporan Bulanan Kecamatan Bantar Gebang Bulan Oktober 1999.

Dari tabel 3 tersebut terlihat bahwa struktur penduduk di 3 desa tersebut adalah masih muda, artinya jumlah penduduk non produktif yaitu umur antara 0 - 19 tahun dan 50 - > 65 tahun lebih besar dibandingkan dengan kelompok umur produktif (umur 20 - 49 tahun) akibat yang ditimbulkan dari komposisi penduduk tersebut adalah beban ketergantungan (*dependency ratio*) penduduk non produktif besar.

Keberadaan TPA Bantar Gebang dilihat dari sisi ekonomi, cukup memberi prospek, yaitu dengan munculnya pemulung yang mengumpulkan sampah non organik seperti plastik, kardus, kayu dan lain-lain untuk didaur ulang lagi. Berdasarkan hasil wawancara dengan pemulung, maka didapat hasil yang disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Pemulung di TPA Bantar Gebang Berdasarkan Desa Terdekat

No.	Nama Desa	Jumlah KK
1	Ciketing	400
2	Ciketing Udik	7400
3	Sumur Batu	200
Jumlah		8.000

Sumber: Data primer, 1999.

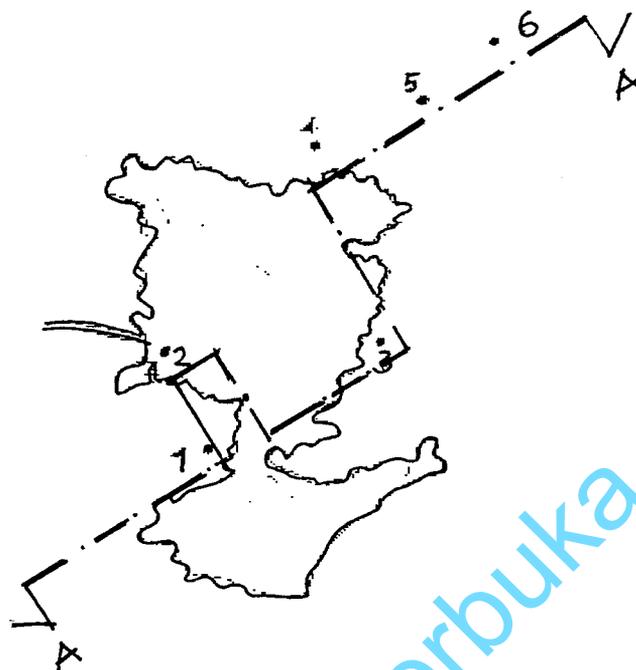
4.2. Radius Pencemaran Kualitas Air Sumur terhadap TPA Bantar Gebang

Untuk menggambarkan radius pencemaran, titik pengambilan sampel mempertimbangkan faktor kontur dan perletakan sungai (topografi). Pertimbangan kontur untuk melihat ketinggian titik sampel dan perletakan sungai sebagai kontrol agar pengambilan sampel mengikuti garis lurus (sejajar dengan sungai).

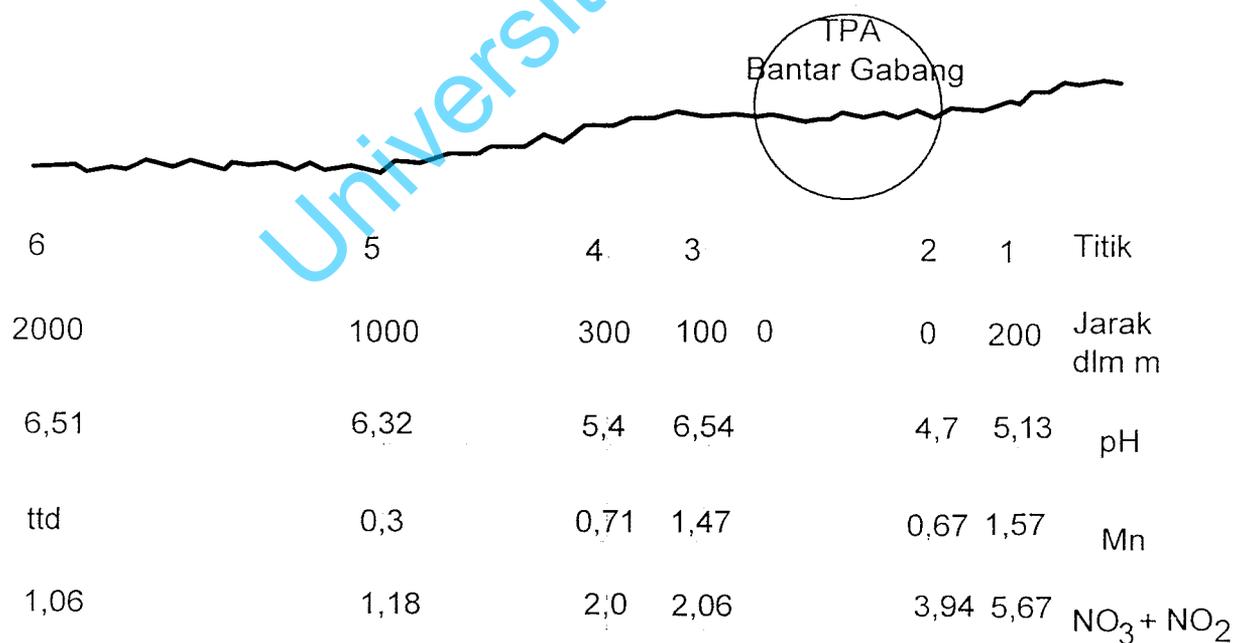
Di TPA Bantar Gebang terdapat 2 (dua) sungai, yaitu Sungai Ciketing dan Sungai Sumur Batu. Titik 1 dan 2 terletak lebih tinggi dari titik 3, 4, 5, dan 6. Titik 3, 4, 5, dan 6 terletak sesudah sungai.

Berikut ini hasil analisis kualitas air sumur dan air minum pada 6 titik pengambilan sampel.

Gambar 3. Hasil Analisis Kualitas Air Sumur dan Air Minum pada 6 Titik Pengambilan Sampel



Gambar 4. Unsur-unsur yang melebihi Nilai Ambang Batas Air Bersih



Tabel 5. Analisis Kualitas Air Sumur dan Air Minum Pada 6 Titik Pengambilan Sampel

No	Parameter	Titik 1 (0m)	Titik 2 (100m)	Titik 3 (200m)	Titik 4 (300m)	Titik 5 (1000m)	Titik 6 (2000m)	N A B		
								SAB	SAM	
PARAMETER FISIKA:										
1.	Kekeruhan (Turbidity)	NTU	0,8	1,4	10	11,4	6,65	8,3	25	5
2.	W a r n a	mg/L Pt. Co	4,0	4	25	45	5	5	50	15
3.	S u h u	°C	29,2	29,5	29,5	29,6	28,6	29,1	± 3°C	± 3°C
4.	Daya hantar listrik (Conductivity)	mikromhos/cm	276,0	98,4	173,3	223	246	179,5	-	-
5.	Zat padat terlarut jumlah (TDS)	mg/L	226	58	128	178	190	128	1500	1000
PARAMETER KIMIA:										
6.	pH		5,13	4,70	6,54	5,40	6,32	6,51	6,5-9,0	6,5-9,0
7.	Karbon dioksida: a. Bebas	mg/L CO ₂	45,9	39,8	29,6	29,6	44,5	28,1	1,0	1,0
	b. Agresip	mg/L CO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-
8.	Alkalinity:									
	a. Alkalinity Phenolphthalein	mg/L CaCO ₃	0	0	0	0	0	0	-	-
	b. Alkalinity Total	mg/L CaCO ₃	32,3	19,3	85,7	26,0	93,7	86,5	-	-
	c. Hidroksida (OH ⁻)	mg/L CaCO ₃	0	0	0	0	0	0	-	-
	d. Karbonat (CO ₃ ²⁻)	mg/L CaCO ₃	0	0	0	0	0	0	-	-
	e. Bikarbonat (HCO ₃ ⁻)	mg/L CaCO ₃	32,3	19,3	85,7	26,0	93,7	86,5	-	-
9.	Kesadahan total	mg/L CaCO ₃	110	52,0	72,0	100,0	114,0	90	500	250
10.	Kalsium (Ca ²⁺)	mg/L CaCO ₃	71,6	6,6	35,2	33,0	76,0	60,8	-	-
11.	Magnesium (Mg ²⁺)	mg/L CaCO ₃	38,4	45,4	36,8	67,0	38,0	29,2	-	-
12.	B e s i (Fe): a. Total	mg/L	0,04	trace	0,22	0,62	0,20	0,07	1,0	1,0
	b. Terlarut	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-
13.	Mangan (Mn)	mg/L	1,57	0,67	1,47	0,71	0,30	ttd	0,5	0,1
14.	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/L N	0,11	0,05	0,07	0,74	0,09	0,10	1,0	-
15.	Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/L N	0,033	0,037	0,029	0,224	0,032	0,035	10	0,05
16.	Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/L N	5,67	3,94	2,06	2,00	1,18	1,06	1,0	1,0
17.	Sulfat	mg/L SO ₄ ²⁻	0,7	1,2	1,8	0,4	0,9	0,9	400	400
18.	Klorida	mg/L Cl ⁻	47,8	12,9	6,0	47,8	20,7	7,4	600	250
19.	Angka Permanganat	mg/L KMnO ₄	1,7	1,8	3,6	2,8	2,4	2,2	10	10
20.	B O D		< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1		
21.	C O D		2,9	3,0	3,1	3,5	3,9	3,0		

S A B : Standar Air Bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/90.

S A M : Standar Air Minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/90.

N A B : Nilai Ambang Batas

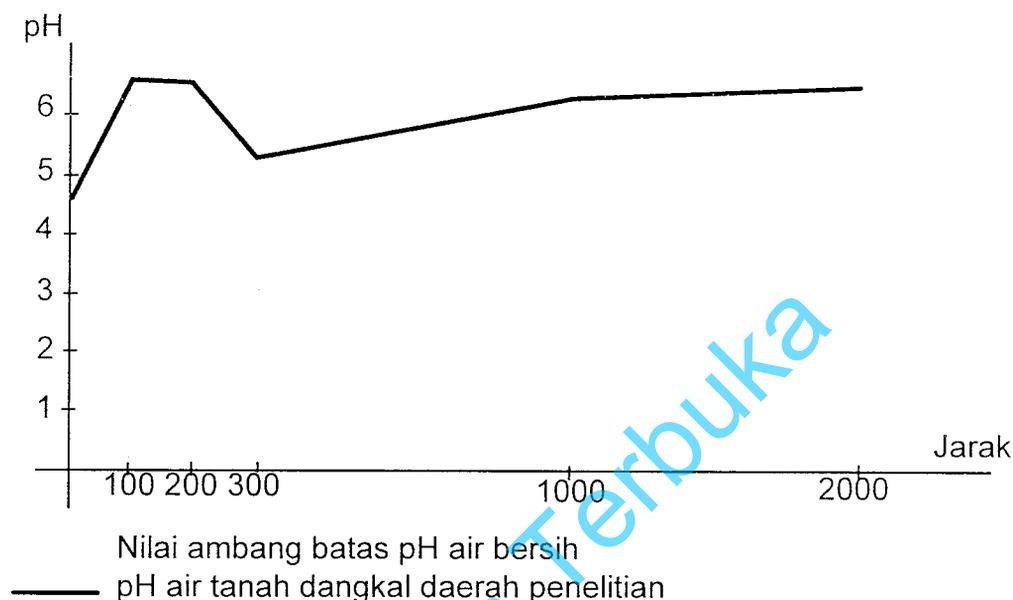
Sumber : Data primer (Analisis Kualitas Air, Nov. 1999)

Dari hasil analisis kualitas air tersebut menggambarkan bahwa semakin menjauhi area TPA Bantar Gebang dan sungai, parameter-parameter fisika dan kimianya cenderung menjadi kecil, yaitu sebagai berikut:

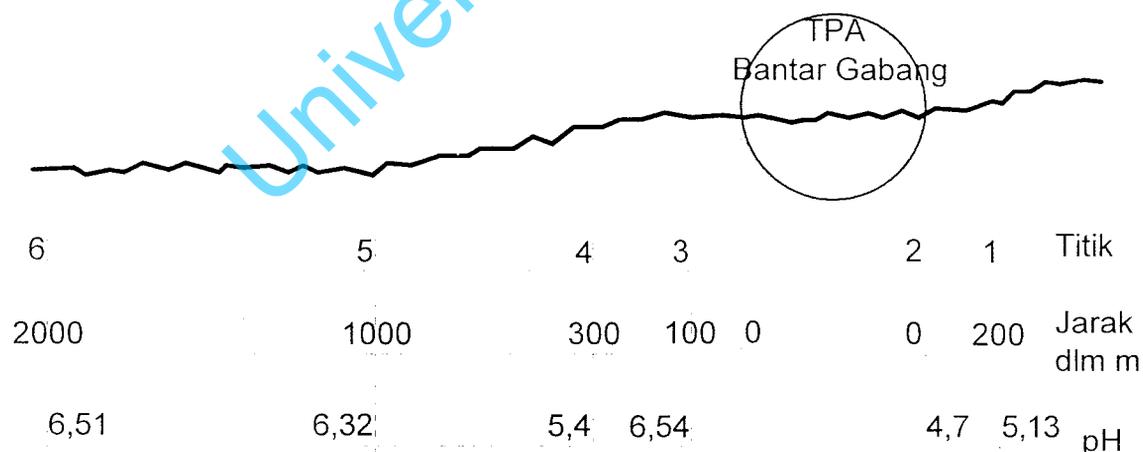
- a. Terdapat perubahan nilai pH pada radius yang semakin menjauhi TPA Bantar Gebang. Pada titik 3 dengan jarak 100 meter dan titik 4 dengan jarak 300 meter yang terletak sesudah sungai nilai pH-nya 4,7 dan 5,40. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pH yang rendah asam atau basa sehingga

mudah melarutkan logam berat. Tetapi pada jarak 1.000 meter dan 2.000 meter pada titik 6, pH-nya sudah di bawah Baku Mutu Air Sumur atau keadaannya sudah netral yaitu 6,32 dan 6,51.

Gambar 5. Grafik Hubungan Jarak dengan pH Daerah Penelitian



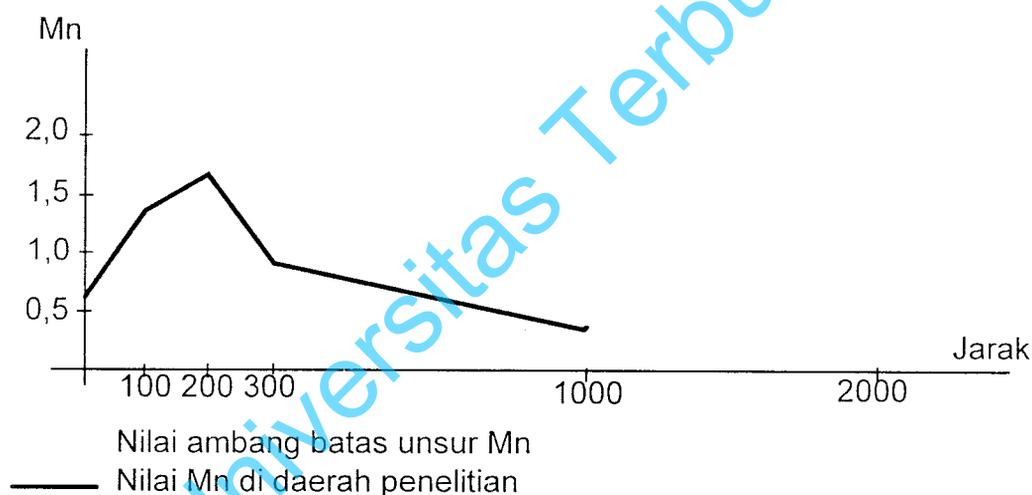
Gambar 6. Potongan Melintang Daerah Penelitian yang menggambarkan pH (Pot A - A)



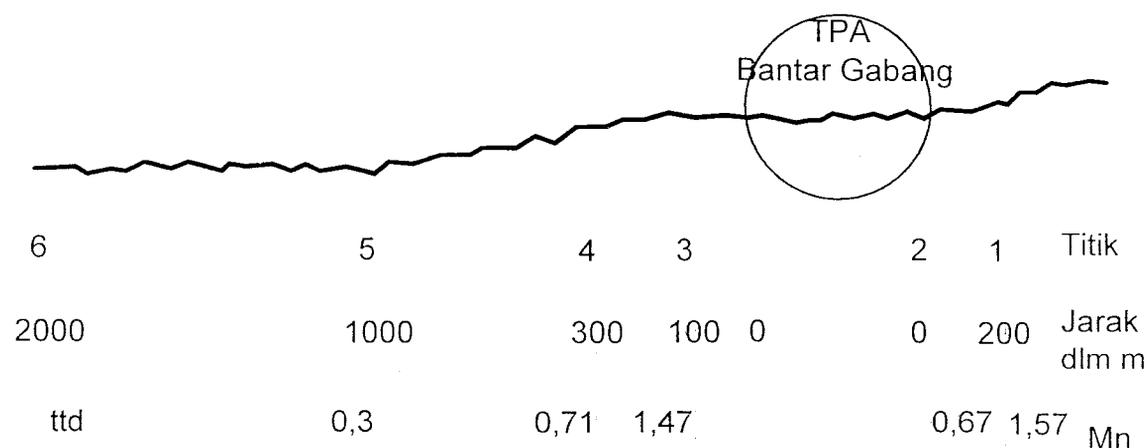
pH pada titik 3 dengan jarak 100 m dari TPA mempunyai pH 6,54 yang dianggap cukup netral. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kondisi penutupan lahan didominasi oleh tumbuhan-tumbuhan dengan akar-akar yang dapat menyerap unsur-unsur kimia air tertentu. Di samping itu di daerah titik 3 tersebut permukimannya jarang.

- b. Sedangkan nilai Mangan yang terdapat pada titik 1, 2, dan 3 di bawah Baku Mutu Air Sumur dan Baku Mutu Air Minum. Titik dengan jarak 200 meter yaitu terdapat pada TPA Bantar Gebang nilai Mn = 1,57, sedangkan standar untuk air minum dan air sumur adalah 0,5, maka hal ini menunjukkan kadar Mangannya tidak baik bila dikonsumsi atau digunakan oleh penduduk. Titik 3 dengan jarak 100 meter masih menunjukkan kadar Mangan yang belum baik yaitu 1,47, sedangkan pada titik 4 dengan jarak 300 meter kadar Mangannya sudah menunjukkan nilai yang memenuhi persyaratan Baku Mutu Air Sumur dan Air Minum. Dengan demikian menunjukkan bahwa semakin jauh dari TPA Bantar Gebang nilai Mangannya membaik.

Gambar 7. Grafik Hubungan antara Mn dengan Jarak



Gambar 8. Potongan Melintang Daerah Penelitian yang Menggambarkan Mn

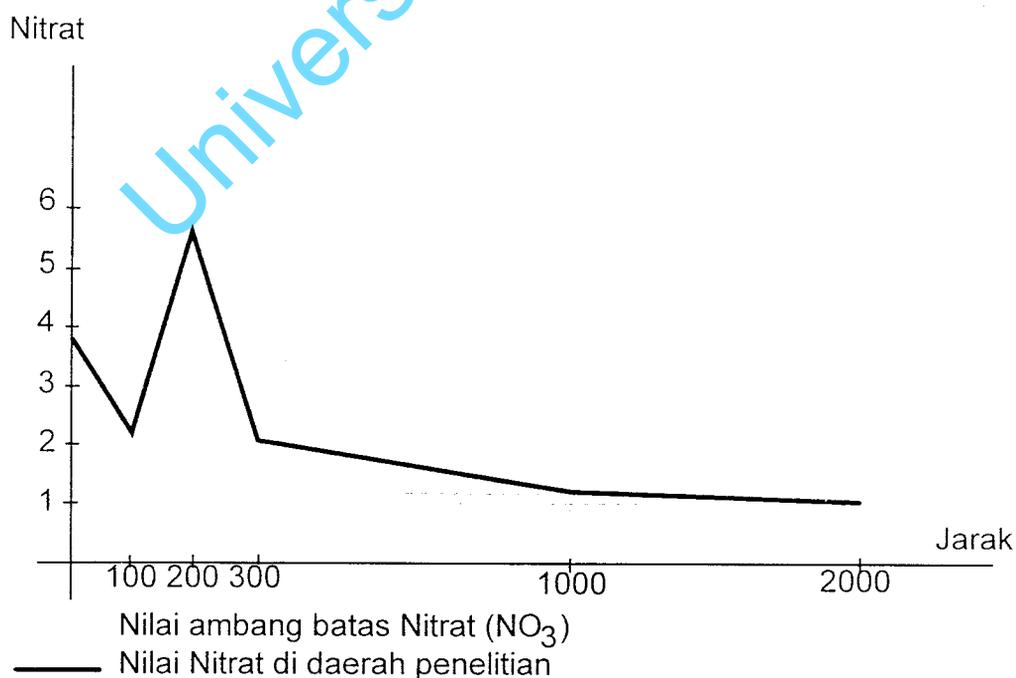


Jenis tanah daerah Bantar Gebang adalah Alluvial. Jenis tanah tersebut biasanya kandungan Mn dan Fe-nya cenderung tinggi. Oleh karena itu hasil analisis kualitas air laboratorium terlihat tinggi.

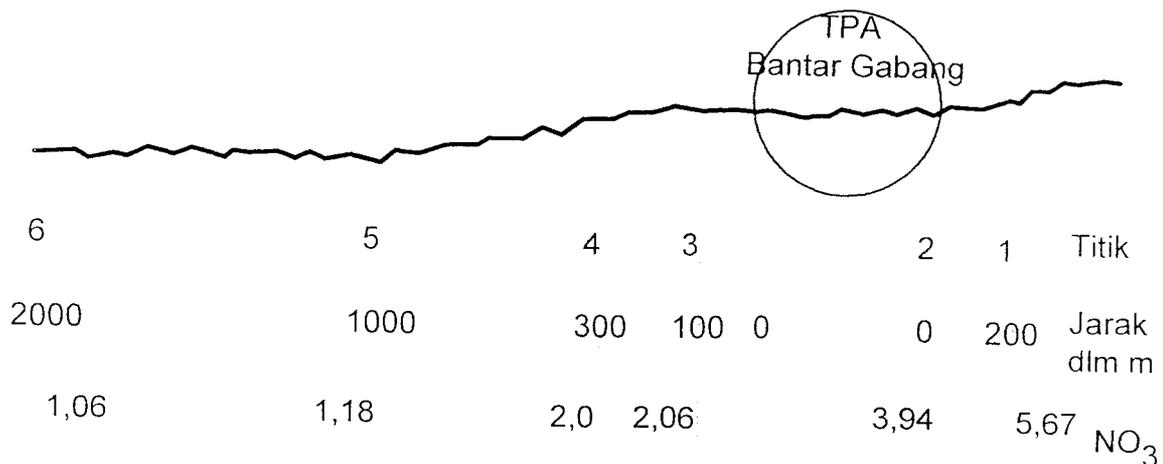
Tetapi pada titik 5 dan 6 dengan jarak 1000 m dari TPA jenis tanahnya Regosol. Jenis tanah Regosol tersebut kandungan Mn dan Fe-nya kecil sehingga terlihat pada hasil analisis kualitas air di titik 5 kecil (0,3 mg/l) dan titik 6 tidak terdeteksi.

- c. Sedangkan kandungan Nitrat pada kualitas air masing-masing titik di atas ambang batas baik menunjukkan Baku Mutu Air Bersih (1,0) untuk titik 1 = 5,67 mg/L; titik 2 = 3,94; titik 3 = 2,06; titik 4 = 2,0; titik 5 = 1,8; dan titik 6 = 1,06. Hal ini menunjukkan bahwa semakin jauh dari TPA Bantar Gebang kandungan Nitrat semakin kecil. Gambaran kandungan Nitrat tersebut dapat terlihat pada grafis berikut ini.

Gambar 9. Grafik Hubungan antara Jarak dengan Nitrat (NO_3) Daerah Penelitian

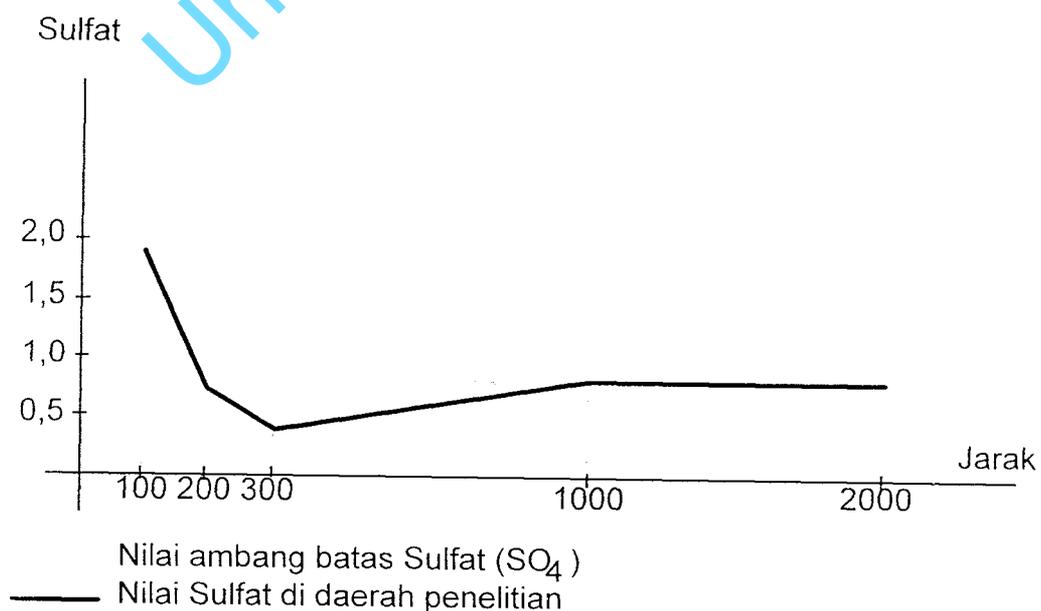


Gambar 10. Potongan Melintang Daerah Penelitian Yang Menggambarkan Nitrat

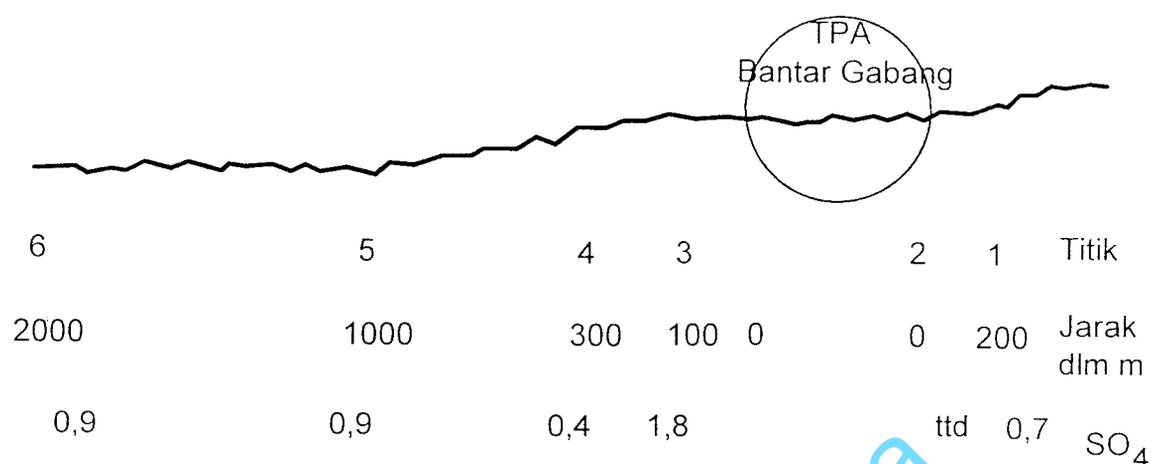


- d. Kandungan sulfat menunjukkan adanya perbedaan pada setiap titik pengambilan sampel. Gambaran kandungan sulfat tersebut adalah sebagai berikut: titik 1 = 0,7 mg/L, titik 2 = tidak ada, titik 3 = 1,8 mg/l, titik 4 = 0,4 mg/l, titik 5 = 0,9 mg/l, titik 6 = 0,9 mg/l. Pada titik 3 dengan radius 100 m dari TPA Bantar Gebang yang mempunyai kandungan sulfat yang lebih tinggi dari titik pengambilan yang lain.

Gambar 11. Grafik Hubungan antara Jarak dengan Sulfat (SO₄) Daerah Penelitian



Gambar 12. Potongan Melintang Daerah Penelitian Yang Menggambarkan Sulfat (SO_4)



4.3. Pengaruh Kualitas Air Tanah Dangkal terhadap Derajat Kesehatan Masyarakat di sekitar TPA Bantar Gebang

Dari hasil laboratorium kualitas air tersebut menggambarkan bahwa terdapat kandungan Mangan (Mn) dan pH yang melebihi batas maksimum yang disyaratkan menurut peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/90 yaitu 0,5 mg/L pada titik 1 dengan jarak 200 m kadar Mangan (Mn)nya 1,57 mg/L, pH = 5,13; titik 2 (0 m) kadar Mangan 0,67 mg/L, pH = 4,7; titik 3 (100m) kadar Mangan 1,47 mg/L, pH = 6,54; dan titik 4 dengan jarak Mn = 0,71 m, pH = 5,40 dari TPA. (Lihat tabel 4). Sedangkan unsur-unsur kimia yang melebihi baku mutu air minum adalah Nitrat pada semua titik sampel dan Nitrit pada titik 4. Untuk lebih jelasnya gambaran ini dapat dilihat pada tabel 6 hasil analisis kualitas air di 6 titik sampel.

Tabel 6. Analisis Kualitas Air Sumur di 6 Titik Sampel

No	Parameter	Titik 1 (0m)	Titik 2 (100m)	Titik 3 (200m)	Titik 4 (300m)	Titik 5 (1000m)	Titik 6 (2000m)	N A B		
								SAB	SAM	
PARAMETER FISIKA:										
1.	Kekeruhan (Turbidity)	NTU	0,8	1,4	10	11,4	6,65	8,3	25	5
2.	W a r n a	mg/L Pt. Co	4,0	4	25	45	5	5	50	15
3.	S u h u	°C	29,2	29,5	29,5	29,6	28,6	29,1	± 3°C	± 3°C
4.	Daya hantar listrik (Conductivity)	mikromhos/cm	276,0	98,4	173,3	223	246	179,5	-	-
5.	Zat padat terlarut jumlah (TDS)	mg/L	226	58	128	178	190	128	1500	1000
PARAMETER KIMIA:										
6.	pH		5,13	4,70	6,54	5,40	6,32	6,51	6,5-9,0	6,5-9,0
7.	Karbon dioksida: a. Bebas	mg/L CO ₂	45,9	39,8	29,6	29,6	44,5	28,1	1,0	1,0
	b. Agresip	mg/L CO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-
8.	Alkalinity:									
a.	Alkalinity Phenolphthalein	mg/L CaCO ₃	0	0	0	0	0	0	-	-
b.	Alkalinity Total	mg/L CaCO ₃	32,3	19,3	85,7	26,0	93,7	86,5	-	-
c.	Hidroksida (OH ⁻)	mg/L CaCO ₃	0	0	0	0	0	0	-	-
d.	Karbonat (CO ₃ ²⁻)	mg/L CaCO ₃	0	0	0	0	0	0	-	-
e.	Bikarbonat (HCO ₃ ⁻)	mg/L CaCO ₃	32,3	19,3	85,7	26,0	93,7	86,5	-	-
9.	Kesadahan total	mg/L CaCO ₃	110	52,0	72,0	100,0	114,0	90	500	250
10.	Kalsium (Ca ²⁺)	mg/L CaCO ₃	71,6	6,6	35,2	33,0	76,0	60,8	-	-
11.	Magnesium (Mg ²⁺)	mg/L CaCO ₃	38,4	45,4	36,8	67,0	38,0	29,2	-	-
12.	B e s i (Fe): a. Total	mg/L	0,04	trace	0,22	0,62	0,20	0,07	1,0	1,0
	b. Terlarut	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-
13.	Mangan (Mn)	mg/L	1,57	0,67	1,47	0,71	0,30	ttc	0,5	0,1
14.	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/L N	0,11	0,05	0,07	0,74	0,09	0,10	1,0	-
15.	Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/L N	0,033	0,037	0,029	0,224	0,032	0,035	10	0,05
16.	Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/L N	5,67	3,94	2,06	2,00	1,18	1,06	1,0	1,0
17.	Sulfat	mg/L SO ₄ ²⁻	0,7	1,2	1,8	0,4	0,9	0,9	400	400
18.	Klorida	mg/L Cl ⁻	47,8	12,9	6,0	47,8	20,7	7,4	600	250
19.	Angka Permanganat	mg/L KMnO ₄	1,7	1,8	3,6	2,8	2,4	2,2	10	10
20.	B O D		< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1		
21.	C O D		2,9	3,0	3,1	3,5	3,9	3,0		

S A B : Standar Air Bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/90.

S A M : Standar Air Minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/90.

N A B : Nilai Ambang Batas

Sumber : Data primer (Analisis Kualitas Air, Nov. 1999)

pH yang tinggi/rendah dapat sebagai pelarut berbagai macam logam dan hal ini disebutkan pula oleh Slamet, Soemirat Juli (1994: 116) bahwa air adalah bahan pelarut yang baik sekali, maka dibantu oleh pH yang tidak netral, dapat melarutkan berbagai elemen kimia atau logam berat yang dilaluinya.

Hal ini terlihat dengan adanya pH yang rendah menyebabkan pH menjadi asam dan terlihat pula kandungan logam yang melebihi atau kurang dari Nilai Ambang Bataas seperti Mangan (Mn) pada titik 1, 2, 3, dan 4; Nitrit dan Nitrat. Kandungan logam yang terminum oleh penduduk terakumulasi didalam tubuh, sehingga dapat

merusak jaringan tubuh. Kondisi ini terlihat dengan adanya penyakit ISPA yang diderita oleh penduduk di sekitar air yang tercemar tersebut.

Keracunan Mangan (Mn) secara lebih jauh dapat menimbulkan gejala-gejala yang lebih berat. Menurut Slamet, Soemirat Juli (1994: 115) keracunan Mangan yang kronis dapat mengakibatkan terganggunya susunan syaraf.

Begitu juga dengan nitrat, menurut Slamet, Soemirat J. (1994: 117) nitrat dan nitrit dalam jumlah besar dapat menyebabkan gangguan GI, diare campur darah disusul oleh konstipasi, koma, dan bila tidak dapat ditolong akan meninggal. Keracunan menyebabkan dipresi umum, dan sakit kepala.

Untuk dapat memberikan gambaran penyebaran penyakit yang diderita oleh penduduk pada daerah penelitian (6 titik daerah pengambilan sampel) dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Penyebaran Penyakit pada 6 titik Pengambilan Sampel Air

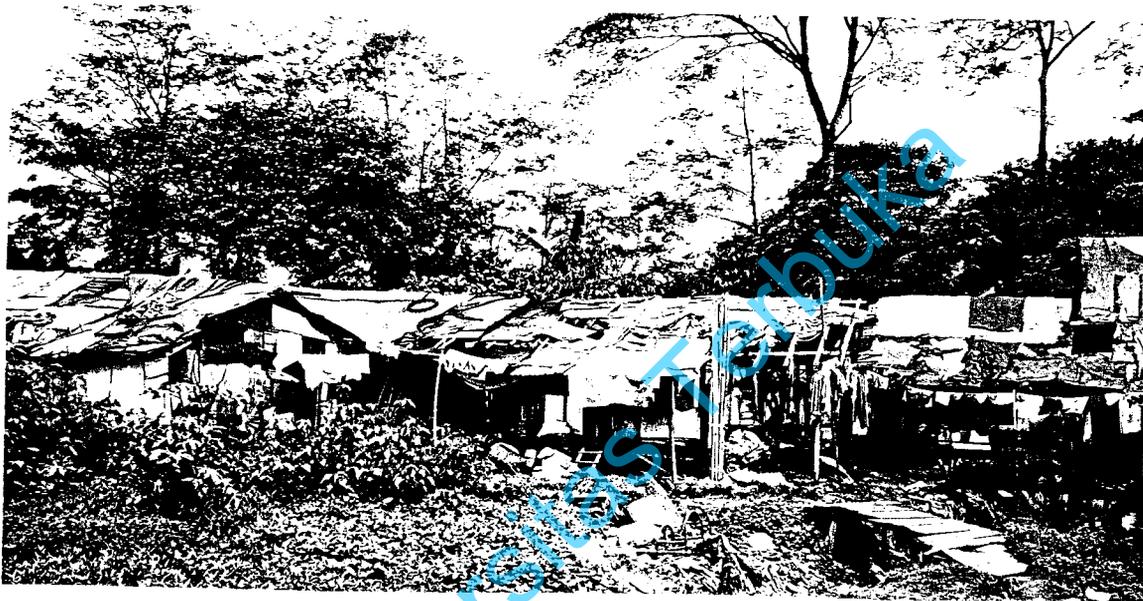
Titik Daerah Pengambilan Sampel	Penyakit						Jumlah
	ISPA		Diare		Kulit		
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	
1 (0 m)	4	80,0	1	20	-	-	5
2 (100 m)	24	44,5	18	24	12	-	54
3 (200 m)	5	55,5	3	5	1	-	9
4 (300 m)	16	45,7	11	16	8	-	35
5 (1000 m)	3	75,0	1	3	-	-	4
6 (2000 m)	3	100,0	-	3	-	-	3
Jumlah	55	55	34	55	21		110

Sumber: Data Primer, 1999

Kondisi permukiman untuk titik 3 dan titik 4 sangat memprihatinkan karena penduduknya mempunyai mata pencaharian sebagai pemulung. Sehingga mereka membawa hasil barang-barang yang diambil dari TPA Bantar Gebang kerumah masing-masing. Hal ini menyebabkan permukimannya diwarnai dengan barang-barang yang tidak memenuhi persyaratan kebersihan. Keadaan ini juga mendukung menurunnya derajat kesehatan penduduk, sehingga ISPA banyak diderita oleh penduduk.

Pada daerah titik 2 dengan jarak 100 m dari TPA Bantar Gebang merupakan daerah permukiman pemulung yang mempunyai kondisi memprihatinkan dari segi fisik rumah dan kesehatan penduduknya.

Karena jarak 100 m dari TPA menyebabkan lalat yang penuh yang berada di TPA juga menempati permukiman tersebut. Tetapi selain jarak yang dekat dengan TPA, penduduk membawa hasil memulungnya ke permukiman mereka yang menyebabkan permukiman khususnya rumah mereka dipenuhi barang sampah dan lalat. Gambaran tersebut dapat terlihat pada foto di bawah ini.



Kondisi permukiman dengan 100 meter (titik 2) dari TPA



Permukiman dengan
Jarak 100 meter dari TPA

Jalan Inspeksi
Dalam TPA

Tumpukan sampah
Pada zona 3



Suasana pemulung yang sedang mengaduk-aduk sampah



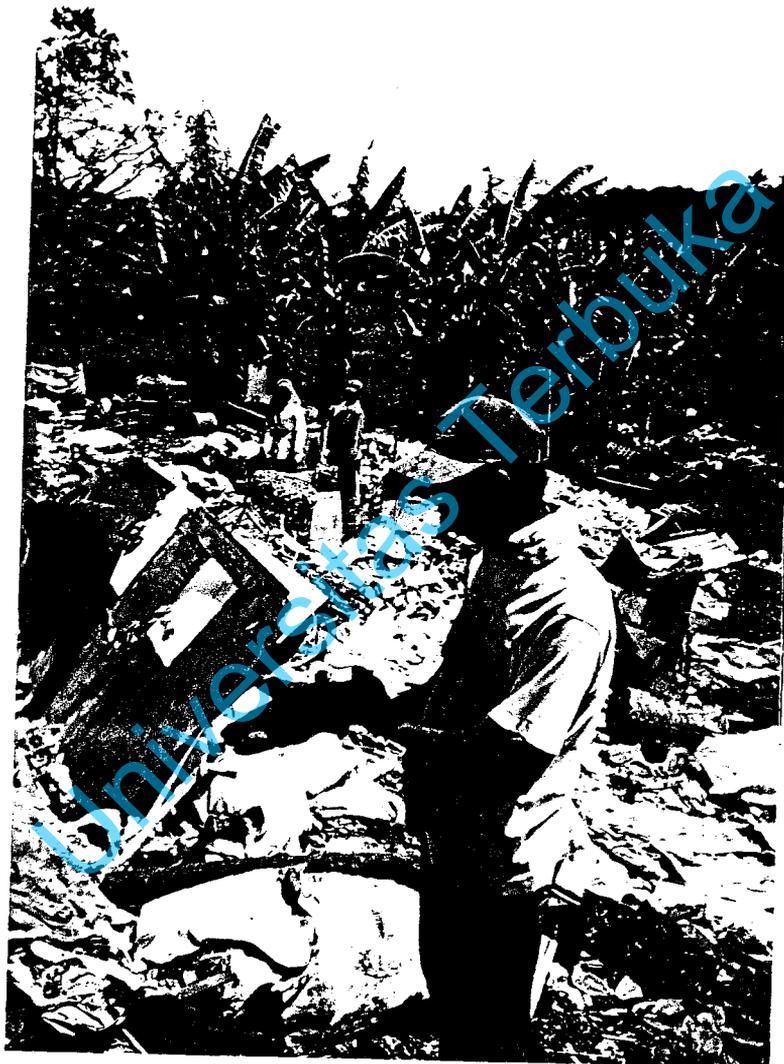
Tumpukan sampah di TPA Bantar Gebang



Suasana tumpukan sampah dan Bedeng Pemulung



Hasil pemisahan sampah oleh pemulung di dalam TPA



Suasana tempat pembuangan sampah diluar TPA Bantar Gebang

BAB V

KESIMPULAN dan SARAN

5.1. Kesimpulan

- a. Berdasarkan analisis laboratorium menunjukkan bahwa unsur-unsur yang melebihi Baku Mutu Air Bersih adalah pH dan Mn, sedangkan untuk Baku Mutu Air Minum adalah unsur-unsur pH, Mn, Nitrit dan Nitrat.
- b. Kondisi air tanah dengan kandungan Mn tersebut bila dikonsumsi untuk air minum dampaknya terhadap kesehatan diduga dapat menyebabkan diare.
- c. Penyakit yang dominan terdapat di daerah tersebut adalah ISPA, hal ini tidak diakibatkan oleh air tanah dangkal melainkan oleh asap yang diakibatkan oleh perubahan sampah, bau yang menyengat yang disebabkan oleh sampah organik, vektor-vektor antara lain: debu, lalat, dan lainnya.
- d. Unsur-unsur baik Fisika maupun Kimia yang terdapat pada kualitas air di daerah tersebut cenderung makin jauh dari TPA Bantar Gebang kualitas airnya makin baik.

5.2. Saran

- a. Untuk memperbaiki kualitas air tanah dangkal untuk pH yang rendah dapat diperbaiki dengan menambah Kapur (CaO) atau Soda Abu (Na_2CO_3).
- b. Sedangkan untuk menghilangkan karatnya Mangan (Mn) dan Fe yang melebihi standar dapat digunakan Cascade Aerator.
- c. Di samping ke dua hal tersebut, dapat ditanggulangi dengan menggunakan air tanah dalam (Artesis).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1992, *Data Kebersihan Jakarta Tahun 1991-1992*, Proyek Pengembangan Pemulung, Dinas Kebersihan DKI Jakarta.
- Anonim, 1996, *Jakarta Dalam Angka 1996*, BPS Kantor Statistik Propinsi DKI Jakarta.
- Azwar, Azrul, 1989, *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*, Mutiara Sumber Widya, Jakarta.
- Anonim, 1988, *Dinas Kebersihan dalam Data dan Informasi*, Dinas Kebersihan DKI Jakarta.
- Anonim, 1999, *Laporan Hasil Pemantauan Kualitas Air disekitar TPA Bantar Gebang DKI*, Dinas Kebersihan DKI Jakarta.
- Bouwer, H., 1978, *Ground Water Hydrology*, Mc.Graw-Hill Kogakusha, LTD, Tokyo.
- Cohran, W. G., 1963, *Sampling Techniques*, 2rd Ed. John Wiley Sons, Inc, New York.
- Garna, J., 1982, *Masyarakat Sampah di Bandung*, PSIH-ITB, Bandung.
- Kartini, Kartono, 1990, *Pengantar Metodologi Riset Sosial*, Mandar Maju, Bandung.
- Kupchella, Charles, E and Hyland, Margaret. C., 1993, *Living Within The System Of Natures*, 3rd Edition, Prentice Hall International Inc, USA.
- Kusnoputranto, H., 1983, *Kesehatan Lingkungan*, FKM-UI, Jakarta.
- Linsley, Yr, Ray K., Franzini, Joseph B., 1991, *Water Resources Engineering*, 3rd Edition, Mc.Graw-Hill Kogakusha LTD, Tokyo.
- Mangku Sitepoe, 1997, *Air Untuk Kehidupan, Pencemaran Air dan Usaha Pencegahannya*, PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- Slamet, Soemirat Juli, 1994, *Kesehatan Lingkungan*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soeriaatmadja, R. E., 1984, *Program Penanggulangan Sampah Domestik*, Makalah Disampaikan pada Kursus Peraturan Perundangan-undangan di Bidang Lingkungan.

- Soerjani, M, M. R., Munir dan R. Achmad, 1987, *Lingkungan Sumberdaya Alam dan Kependudukan dalam Pembangunan*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Sutomo, Sumengen, 1987, *Metode Praktis dalam Menentukan Pencemaran Air*, Kursus Penyegar dan Musyawarah II ILUNI FKM-UI, 21-24 Juni, Depok.
- Todd, David Keith, 1959, *Ground Water Hydrology*, John Willey & Sons, Inc, New York.
- Totok Sutrisno C, Eny Suciastuti, 1987, *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, PT. Bina Aksara, Jakarta.

Universitas Terbuka

/

c. Apakah batuk tersebut disertai dengan telinga sakit/keluar cairan?

1) ya

2) tidak

d. Apakah batuk tersebut disertai dengan demam/panas?

No	Nama	Umur	Jenis Kelamin	Keterangan

5. Diare

a. Apakah anggota keluarga pernah mengalami diare disertai dengan tinja yang sangat cair atau disertai dengan darah, muntah, dan dalam jumlah banyak selama waktu 2 sampai 3 hari atau lebih ?

1) ya

2) tidak

b. Kalau ya:

1) sering

2) jarang

c. Setahun berapa kali

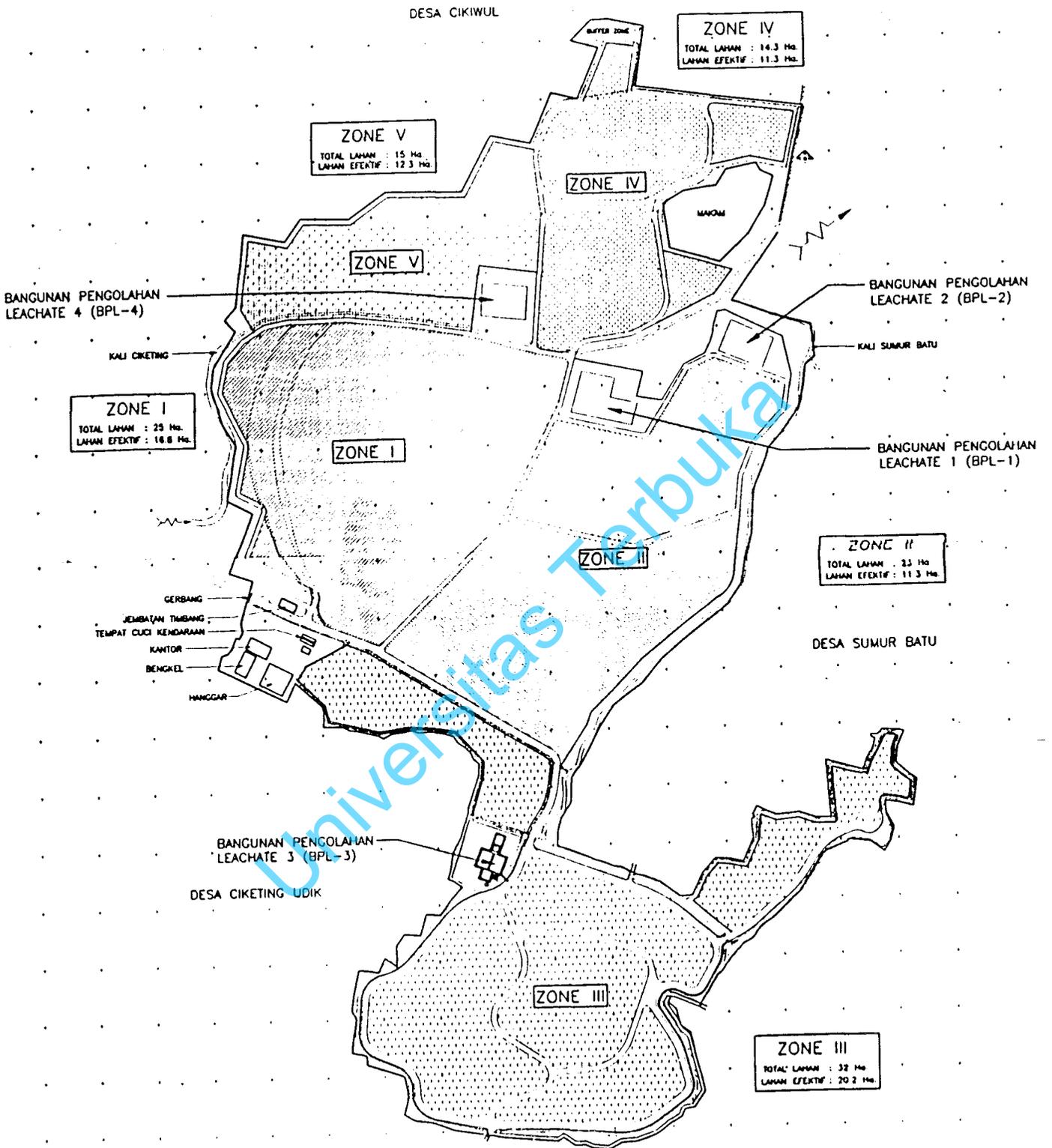
No	Nama	Umur	Jenis Kelamin	Keterangan

6. Infeksi Kulit

Adakah anggota keluarga selama satu bulan yang lalu mengalami gatal-gatal, korengan, borok- borok atau borok yang sukar sembuh pada kulit ?

1) ya

2) tidak



5 100

1000

2000

3000

4000

5000

6000

7000

8000

9000

10000

11000

12000

13000

14000

15000

16000

17000