

PREDIKSI ARAH PENCEMARAN AIRTANAH AKIBAT TEMPAT PEMBUANGAN SAMPAH AKHIR DI DAERAH SARIMUKTI DAN SEKITARNYA KABUPATEN BANDUNG BARAT, PROVINSI JAWA BARAT

Bombom R. Suganda, T. Yan W. M. Iskandarsyah, dan M. Sapari Dwi Hadian,
Laboratorium Geologi Lingkungan, Fakultas Teknik Geologi, UNPAD

ABSTRACT

Geomorphology of the study area consists of rolling hills with slopes relief of moderate to rough. Slope toward south and southeast. The landfill site of Sarimukti are on steep hillsides, 16-25% slope, flanked by a ridge and ridge Sarimukti Margaluyu. What the study is about 100-400 meters from the highway west Rajamandala-Bojongmekar, Cipatat, West Bandung. Drainage pattern in this area is dendrito-parallel. Volcanic sediments underlying the landfill site of Sarimukti is lapili-tuff lithologies of Cibeureum Formation. This rock unit has a thickness of up to approximately 28 meters, consists of sandy tuff rock-gravelly (lapilli) and results of its weathering, ie clayey-silt. Mixing the components in the form of lapilli fragments. Based on hydrogeology, Sarimukti landfill and surrounding area has two aquifer systems, which are composed by rock aquifer sandy tuff, clayey-silt soils at the top of the unsaturated zone (aquifer was depressed / free) and aquifer half depressed / half-free, which has silty clay layer on the top of which belong to the layer aquitard. In this area the clayey silt soil hydraulic conductivity value is 10^{-3} cm / sec, while the sandy tuff rock layers at the bottom has a hydraulic conductivity of 10^{-2} cm / sec. Based on the topographic contour map and analysis estimated that the flow of groundwater in the area of landfill site Sarimukti and surrounding consists of four flow direction, the direction relative to the southeastern slope (hydraulic gradient) $\pm 20-40\%$, towards the east with a slope of $\pm 10\%$, relative southwestern direction with a slope of $\pm 10-20\%$, and the south with a slope of $\pm 10\%$. Groundwater contamination that occurred in Sarimukti trend indicated by a pattern of chloride and bicarbonate ion plume to the southeast. The pattern of the spread of contamination is influenced by the direction of the slope of the tuff rock layers beneath the landfill and groundwater flow direction is affected, as well as the content of clay minerals in the bedrock around the landfill site (in the example of rock / soil only reach 54%, so the conservative anions such as chloride can still be move freely). Therefore, the selection of the location of landfills in the area Sarimukti is not good enough if it is not offset by the implementation of the system and monitoring the landfill

Keywords: bedrock, hydraulics conductivity, hydraulics gradient, pollution

ABSTRAK

Geomorfologi daerah penelitian terdiri atas lereng perbukitan dengan relief sedang sampai kasar. Kemiringan lereng ke arah selatan dan tenggara. TPA Sarimukti berada pada lereng perbukitan curam, kemiringan 16-25%, diapit oleh punggung Sarimukti dan punggung Margaluyu. Lokasi penelitian terletak sekitar 100-400 meter dari sebelah barat Jalan Raya Rajamandala-Bojongmekar, Cipatat, Bandung Barat. Pola pegaliran sungai di daerah ini adalah dendrito-paralel. Endapan gunungapi yang mendasari TPA Sarimukti adalah satuan batuan tuf berbatuapung dari Formasi Cibeureum. Satuan batuan ini memiliki ketebalan hingga kurang lebih 28 meter, terdiri dari batuan tuf pasir-kerikil (lapili) dan hasil pelapukannya, yaitu tanah lanau lempungan. Secara hidrogeologi, daerah TPA Sarimukti dan sekitarnya mempunyai dua sistem akifer, yaitu akifer yang disusun oleh batuan tuf pasir, dengan tanah lanau lempungan di bagian atasnya sebagai zona tak jenuh (akifer tak tertekan/bebas) dan akifer setengah tertekan/setengah bebas, yang memiliki lapisan lempung lanauan pada bagian atas yang termasuk ke dalam lapisan akitard. Di daerah ini lapisan tanah lanau lempungan memiliki nilai konduktivitas hidrolika 10^{-3} cm/dtk, sedangkan lapisan batuan tuf pasir di bagian bawahnya memiliki konduktivitas hidrolika 10^{-2} cm/dtk. Berdasarkan hasil pemetaan dan analisis kontur topografi diperkirakan bahwa aliran airtanah di daerah TPA Sarimukti dan sekitarnya terdiri dari empat arah aliran, yaitu arah relatif tenggara dengan besar kemiringan (gradien hidrolika) $\pm 20-40\%$, arah timur dengan kemiringan $\pm 10\%$, arah relatif baratdaya dengan kemiringan $\pm 10-20\%$, dan arah selatan dengan kemiringan $\pm 10\%$. Pencemaran airtanah yang terjadi di Sarimukti ditunjukkan oleh suatu pola kecenderungan *plume* ion klorida dan bikarbonat ke arah tenggara. Pola penyebaran pencemaran ini dipengaruhi oleh arah kemiringan lapisan batuan tuf di bawah TPA dan arah aliran airtanah yang terpengaruh, serta kandungan mineral lempung pada batuan dasar di sekitar lokasi TPA (dalam contoh batuan/tanah hanya mencapai 54 %, sehingga anion konservatif seperti klorida masih bisa leluasa bergerak). Oleh karena itu, pemilihan lokasi tempat pembuangan akhir di daerah Sarimukti adalah tidak cukup baik jika tidak diimbangi dengan penerapan sistem penimbunan sampah dan monitoring yang baik.

Kata kunci: batuan dasar, konduktivitas hidrolika, gradien hidrolika, pencemaran

PENDAHULUAN

Peningkatan kompleksitas jenis maupun komposisi sampah, sejalan dengan semakin majunya kebudayaan, memerlukan penanganan dan pengelolaan sampah yang baik, sehingga tidak akan mengakibatkan terjadinya perubahan kesetimbangan lingkungan yang dapat menurunkan mutu lingkungan baik terhadap tanah, air, maupun udara. Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bandung Barat, volume sampah yang dibuang ke TPA Sarimukti mencapai 4.000 m³/hari. Volume sampah tertinggi berasal dari Kota Bandung yaitu sekitar 2.500 m³/hari, sedangkan dari Kabupaten Bandung sekitar 1.460 m³/hari, dengan komposisi sampah pada umumnya terdiri dari bahan basah (organik), plastik, karet, barang pecah belah, kain/bahan tekstil, kertas, dan logam, dengan warna lapisan yang pada umumnya hitam.

Proses dekomposisi sampah rumah tangga akan menghasilkan gas dan cairan yang disebut air lindi-an sampah (*leachate*) dengan kandungan bahan kimia organik dan non organik dengan kadar yang sangat tinggi, seperti ion Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻ dan logam berat, bahan organik seperti BOD, COD (Todd, 1980). Air lindi-an sampah (*leachate*) dengan kandungan bahan kimia organik dan non organik yang sangat tinggi, apabila bercampur dengan airtanah akan mengakibatkan terjadinya pengenceran dan pergerakan sampai radius tertentu, dan terus berlanjut menyebar membentuk suatu pola searah dengan pergerakan airtanah (*leachate plume*) (Fetter, 1988).

Teknologi untuk pengelolaan tempat pembuangan akhir sampah dapat berupa sistem *sanitary landfill* dan sistem *open dumping*. Umumnya TPA yang ada di Indonesia menggunakan sistem *open dumping*, baru sedikit yang telah menerapkan sistem *sanitary landfill*. Pada sistem *open dumping*, sampah ditimbun tanpa membutuhkan pengelolaan dan tanah

penutup, sedangkan pada sistem *sanitary landfill* sampah ditimbun berselang-seling antara lapisan sampah dan lapisan tanah sebagai penutup yang dilengkapi dengan kolam pengolah air lindi.

Permasalahan yang sering timbul dari suatu TPA dengan sistem *open dumping* maupun *sanitary landfill* saat ini adalah pencemaran terhadap airtanah oleh air lindi (*leachate*). Masalah ini dapat timbul, sekalipun pada sistem *sanitary landfill*, akibat karakteristik lokasi TPA yang tidak memenuhi persyaratan hidrogeologi yang telah ditentukan. Persyaratan hidrogeologi yang harus dipenuhi dalam penentuan lokasi sebuah TPA diantaranya adalah jenis tanah/ batuan yang akan dijadikan alas dari TPA harus mempunyai nilai konduktivitas hidrolika (*k*) lebih kecil dari 10⁻⁶ cm/detik (SNI 03-3241-1994) dan jarak dari dasar TPA ke muka airtanah tidak kurang dari 10 meter (DGTL, 2004). Di sisi lain, umumnya lokasi TPA di Indonesia masih terlalu dekat dengan kawasan pemukiman, sehingga proses pencemaran airtanah yang dapat terjadi di sekitar lokasi TPA sangatlah berbahaya bagi kesehatan masyarakat di sekitarnya. Oleh karena itu, penelaahan terhadap masalah pencemaran airtanah oleh air lindi ini menjadi sangat menarik, dengan harapan dapat memberikan solusi bagi penanganan pencemaran airtanah yang dapat ditimbulkan akibat adanya TPA.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini data yang diperoleh dari hasil pengamatan lapangan dan hasil penelitian terdahulu berupa data kualitatif, yang akan diproses untuk dijadikan input dalam pengolahan data. Data kualitatif ini dianalisis dengan cara mengklasifikasikan unsur batuan dan geomorfologi menjadi bagian-bagian yang mempunyai karakteristik yang sama, yang akan memberikan gambaran karakteristik geologi fisik seperti jenis, kedudukan

dan penyebaran batuan/tanah, serta kondisi morfologi daerah penelitian.

Analisis terhadap pola pencemaran airtanah dilakukan dengan cara pendekatan bentuk lansekap lapangan. Oleh karena itu, analisis geomorfologi dari daerah penelitian arus dilakukan dengan akurat baik melalui pengamatan langsung di lapangan, melalui foto udara, maupun analisis peta topografi berdasarkan sifat-sifat ke-lerengan dan bentuk lembah. Selanjutnya data-data hasil analisis kimiawi terhadap contoh tanah dan airtanah dikompilasikan dengan bentuk geomorfologi dan pola pengaliran airtanah yang berkembang di daerah tersebut, sehingga pola pencemaran terhadap airtanah dapat diperkirakan, walaupun sifatnya masih umum.

Beberapa analisis yang dilakukan terhadap semua contoh yang diambil adalah analisis besar butir, uji kadar unsur, dan uji sifat mekanika tanah dasar, analisis sifat fisik dan kimiawi airtanah. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Lampiran 1 dan 2.

Uji sifat fisik tanah dilakukan bersamaan dengan pengujian kadar lempung melalui metoda analisis besar butir (*hydrometer*) dan permeabilitas/konduktivitas hidrolika dengan menggunakan metoda *Constant Head* dimaksudkan untuk mengetahui sifat fisik dan jenis tanah dan konduktivitas hidrolika tanah dari lokasi TPA daerah Sarimukti. Uji kadar unsur kimia airtanah dilakukan untuk mengetahui konsentrasi zat-zat pencemar yang dikandung airtanah, berdasarkan parameter-parameter temperatur, pH, Daya Hantar Listrik (DHL), *Chemical Oxygen Demand* (COD), ion Klorida (Cl^-), Sulfat (SO_4^{2-}), Nitrat (NO_3^-), dan Bi-karbonat (HCO_3^-).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah penelitian di sekitar TPA Sarimukti memiliki bentang alam (geomorfologi) lereng perbukitan yang secara umum memiliki relief sedang hingga kasar, dengan kemiringan lereng ke arah selatan dan

tenggara. Besar sudut kemiringan lereng berkisar antara 3% - 100% (landai hingga sangat curam, van Zuidam, 1988). Sebagian besar lahan di daerah penelitian, kecuali di bagian selatan, merupakan daerah perkebunan dan hutan lindung. Dasar lembah sempit yang memanjang di bawah TPA Sarimukti (kemiringan lereng lembah antara 40% - 100%) merupakan lembah-lembah yang mengarah ke wilayah pemukiman yang berada di bagian selatannya.

TPA Sarimukti memiliki luas area kurang lebih 25 hektar, berada di lereng perbukitan curam dengan kemiringan lereng 16% - 25% dan diapit oleh punggung di daerah Sarimukti dan punggung di daerah Margaluyu, yang terletak sejauh 100 - 400 m di sebelah barat jalan Rajamandala - Bojongmekar, Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat. Sebuah sungai kecil yang terletak sejauh 600 m di sebelah selatan lokasi mengalir dengan arah timur-barat. Elevasi tertinggi di daerah sekitar TPA Sarimukti adalah 450 m di atas permukaan laut yang terletak di barat laut daerah penelitian sedangkan elevasi terendah sekitar 280 m di atas permukaan laut yang terletak di bagian selatan daerah penelitian.

Sungai-sungai kecil yang berada di bagian selatan daerah penelitian bermuara ke Sungai Citarum yang mengalir ke arah utara. Pola pengaliran sungai antara anak sungai yang berkembang di daerah ini dengan Sungai Citarum sebagai sungai utamanya adalah dendrito-paralel. Di bagian utara daerah penelitian Sungai Citarum ini dibendung menjadi Waduk Cirata untuk keperluan PLTA, irigasi, dan perikanan. Berdasarkan posisi TPA Sarimukti, Waduk Cirata ini terhalang oleh punggung yang memanjang barat-timur.

Litologi daerah penelitian diidentifikasi berdasarkan studi geologi regional (pengamatan langsung di lapangan). Selanjutnya kondisi geologi daerah penelitian dapat direkonstruksi berdasarkan data-data tersebut di

atas, yang dipergunakan untuk menentukan jenis batuan dasar daerah TPA dan sekitarnya.

Daerah TPA Sarimukti dan sekitarnya tersusun oleh endapan gunungapi hasil kegiatan Gunung Tangkubanperahu yang membentuk Formasi Cibeureum (berumur Pleistosen Tengah - Holosen), sedangkan di bagian selatannya disusun oleh endapan Tersier dari Formasi Rajamandala. Endapan gunungapi yang mendasari TPA Sarimukti adalah satuan batuan tuf berbatuapung dari Formasi Cibeureum. Satuan batuan ini memiliki ketebalan hingga kurang lebih 28 meter, pernah ditambang dan dikenal sebagai bahan galian pozzolan tras; terdiri dari batuan tuf pasiran-kerikilan (lapi-li) dan hasil pelapukannya, yaitu tanah lanau lempungan, komponen pencampurnya berupa pecahan-pecahan batuapung. Batuan yang mewakili satuan ini tersingkap cukup jelas di beberapa tempat di tepi jalan Rajamandala - Bojongmekar, memperlihatkan suatu derajat pelapukan mulai dari zona IV (*lapuk kuat*) hingga zona VI (*tanah residu/ tanah penutup*). Komposisi fraksi lempung pada satuan batuan ini adalah 50-54 %. Berdasarkan hasil analisis laboratorium diketahui bahwa jenis mineral lempung dalam satuan batuan ini yaitu halosit (termasuk grup kaolinit).

Daerah TPA Sarimukti dan sekitarnya mempunyai dua sistem akifer, yaitu akifer yang terletak pada kedalaman antara -2 m hingga -25 m dan akifer yang memiliki lapisan akitard pada kedalaman antara -10 m hingga -35 m. Akifer pertama yang disusun oleh batuan tuf pasiran, dengan tanah lanau lempungan di bagian atasnya sebagai zona tak jenuh, merupakan akifer tak tertekan/bebas. Akifer kedua merupakan akifer setengah tertekan/setengah bebas, karena memiliki lapisan lempung lanauan pada bagian atas yang termasuk ke dalam lapisan akitard (lapisan yang dapat menampung air tetapi tidak dapat melepaskannya dalam jumlah yang cukup;

Kruseman dan de Ridder, 1994). Berdasarkan sifatnya kedua sistem akifer dapat tercemar oleh suatu sumber pencemar, namun berdasarkan posisi stratigrafinya hanya akifer pertamalah (akifer bebas), yang kemungkinan terpengaruh oleh rembesan air lindian sampah di daerah ini.

Permeabilitas atau Konduktivitas Hidrolika

Nilai permeabilitas atau konduktivitas hidrolika untuk batuan dasar di daerah ini diperoleh berdasarkan hasil penelitian terdahulu. Di daerah sekitar TPA Sarimukti lapisan tanah lanau lempungan memiliki nilai konduktivitas hidrolika 10^{-3} cm/dtk, sedangkan lapisan batuan tuf pasiran di bagian bawahnya memiliki konduktivitas hidrolika 10^{-2} cm/dtk (Departemen Pekerjaan Umum, 1991). Sementara itu berdasarkan hasil uji mekanika tanah dari contoh tanah tak terganggu, diperoleh nilai konduktivitas hidrolika lapisan tanah lanau lempungan setelah dikompaksi sebesar $7,59 \times 10^{-5}$ cm/dtk.

Gradien hidrolika dan arah aliran airtanah dangkal di daerah bekas TPA dan sekitarnya diamati berdasarkan hasil pengukuran pada sumur penduduk, mata air, dan lokasi rembesan. Airtanah pada akifer bebas rata-rata berkisar antara -2 m hingga -5 m, kecuali di bagian puncak dari endapan batuan tuf berbatuapung yang dapat mencapai -25 m. Kedalaman muka airtanah di bagian timur daerah penelitian, yang termasuk ke dalam akifer setengah tertekan, rata-rata memiliki kedalaman >-10 m.

Berdasarkan hasil pemetaan dan analisis kontur topografi diperkirakan bahwa aliran airtanah di daerah TPA Sarimukti dan sekitarnya terdiri dari empat arah aliran, yaitu arah relatif tenggara dengan besar kemiringan (gradien hidrolika) $\pm 20-40$ %, arah timur dengan kemiringan ± 10 %, arah relatif baratdaya dengan kemiringan $\pm 10-20$ %, dan arah selatan dengan kemiringan ± 10 %. Dian-

tara keempat arah aliran airtanah tersebut, hanya arah relatif tenggara dan selatan saja yang dapat terpengaruh oleh air lindian sampah, sesuai dengan morfologi dan kedudukan lapisan tuf di bawah TPA yang miring ke arah selatan.

Prediksi Arah Pencemaran Airtanah di Daerah Sarimukti

Pencemaran airtanah di daerah Sarimukti masih berlangsung hingga saat ini. Hasil analisis sifat fisik dan kimiawi terhadap contoh airtanah menunjukkan bahwa nilai kisaran daya hantar listrik (DHL) bervariasi antara 141-1764 $\mu\text{mhos/cm}$, dengan temperatur antara 24-26 °C dan pH antara 5,9-7,82. Kandungan ion klorida (Cl^-) berkisar antara 8,22-361,11 mg/l, sulfat (SO_4^{2-}) bervariasi antara 1,76-75,65 mg/l, nitrat (NO_3^-) antara 0,98-51,7 mg/l, dan bikarbonat (HCO_3^-) antara 84,46-622 mg/l.

Airtanah yang sudah tercemar dapat diindikasikan dari adanya peningkatan nilai DHL, kandungan ion klorida dan bikarbonat terhadap nilai airtanah yang diperkirakan belum tercemar yaitu mata air yang keluar di atas lokasi TPA, yang memiliki nilai DHL sekitar 141 $\mu\text{mhos/cm}$, ion klorida 8,22 mg/l, dan bikarbonat 84,46 mg/l. Berdasarkan hal tersebut, maka pencemaran airtanah akibat adanya TPA Sarimukti terjadi di bagian tenggara, dengan nilai DHL antara 232 - 1764 $\mu\text{mhos/cm}$, ion klorida antara 27 - 361,11 mg/l, dan bikarbonat antara 90,5 - 622 mg/l. Keadaan ini juga sesuai dengan nilai ambang batas (NAB) yang dikeluarkan oleh Menkes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 dalam Pedoman Sanitasi Rumah Sakit di Indonesia (2000), lihat tabel 1.

Pencemaran airtanah yang terjadi di Sarimukti ditunjukkan oleh suatu pola kecenderungan *plume* ion klorida dan bikarbonat ke arah tenggara (gambar 4); nilai-nilai DHL, sulfat dan nitrat yang tidak konstan tidak dipergunakan dalam analisis pencemaran di daerah ini. *Leachate plume* yang berbentuk agak melebar menunjuk-

kan bahwa kecepatan penyebaran air lindian sampah relatif lambat, selain itu pengaruh pemompaan airtanah di bagian tenggara oleh penduduk setempat menyebabkan bentuk *plume* di bagian tenggara menjadi kurang beraturan. Pola penyebaran pencemaran ini dipengaruhi oleh arah kemiringan lapisan batuan tuf di bawah TPA dan arah aliran airtanah yang terpengaruh.

Sifat batuan dasar tempat pembuangan sampah merupakan bagian penting dari penentuan karakteristik geologi suatu TPA. Penentuan karakteristik geologi suatu TPA yang baik erat kaitannya dalam upaya pencegahan pencemaran terhadap airtanah di sekitar TPA, oleh karena itu dapat juga disebut secara lebih spesifik sebagai karakteristik hidrogeologi TPA. Berikut ini adalah karakteristik hidrogeologi daerah TPA Sarimukti dan sekitarnya.

- Lokasi TPA berada di lereng perbukitan dengan kemiringan lereng sekitar 16 -25 %.
- TPA dibangun di atas satuan batuan tuf berbatuapung yang sebagian besar telah melapuk menjadi tanah lanau lempungan (fraksi lanau-lempung 50-54 %, fraksi pasir halus 46-50 %), dengan koefisien permeabilitas atau konduktivitas hidrolika sekitar 10^{-3} cm/dtk.
- Tanah/batuan dasar TPA tersebut merupakan bagian atas dari akifer tak tertekan (bebas), yang merupakan zona tak jenuh, di bagian bawahnya terdapat zona jenuh air (akifer) dengan susunan batuan yang sama namun fraksinya lebih kasar (pasiran-kerikilan) dan memiliki konduktivitas hidrolika sebesar 10^{-2} cm/dtk.
- Mineral lempung, yang dapat meminimalisasi penyebaran leachate, dalam satuan batuan ini merupakan mineral *haloysit* yang termasuk grup kaolinit.

Sifat batuan dasar TPA ini sangat berpengaruh terhadap penyebaran air lindian sampah (*leachate*). Sebenar-

nya sifat batuan tuf yang telah lapuk menjadi tanah lanau lempungan dapat memiliki potensi yang cukup baik untuk meminimalisasi pergerakan *leachate* menuju muka airtanah selama fraksi lempung lebih dari 70% dan konduktivitas hidroliknya mendekati 10^{-6} cm/dtk, selain itu sistem penimbunan sampah juga diterapkan dengan baik. Penerapan sistem penimbunan sampah yang kurang baik dapat menjadi penyebab tingginya kandungan kontaminan (zat terlarut dalam *leachate*) dalam airtanah di beberapa tempat tertentu, tercermin dari nilai daya hantar listrik di sekitar TPA yang dapat mencapai $1764 \mu\text{mhos/cm}$ dan mendekati daya hantar listrik *leachate*.

Kandungan mineral lempung pada batuan dasar di sekitar lokasi TPA nampaknya tidak cukup berpengaruh terhadap pergerakan *leachate*, karena komposisi fraksi lempung (yang diharapkan berperan banyak dalam mengikat zat-zat terlarut) dalam contoh batuan/tanah hanya mencapai 54 %, sehingga anion konservatif seperti klorida (yang sukar terserap oleh mineral lempung) masih bisa leluasa bergerak, apalagi jenis mineral lempung yang terdapat di daerah ini adalah jenis halosit, yang memiliki sifat penyerapan yang tidak sebaik mineral lempung grup monmorilonit (mineral ekspansif). Ion klorida yang dapat bergerak jauh ini dipergunakan untuk menentukan pola penyebaran air lindi (*leachate plume*).

Dengan melihat sifat-sifat batuan dasar di sekitar lokasi TPA, maka dapatlah ditarik suatu kesimpulan bahwa pemilihan lokasi tempat pembuangan akhir di daerah Sarimukti adalah tidak cukup baik jika tidak diimbangi dengan penerapan sistem penimbunan sampah dan monitoring yang baik. Pencemaran airtanah yang terjadi di daerah Sarimukti, yang memiliki endapan vulkanik yang cukup kompleks, merupakan bukti nyata bahwa rekayasa teknologi secara maksimal sangat diperlukan untuk menghambat terjadinya rembesan

leachate ke dalam airtanah. Upaya ini sangat diperlukan untuk meminimalisasi peningkatan pencemaran airtanah, sehingga kontaminasi yang telah terjadi sebelumnya tidak berdampak lebih luas lagi.

KESIMPULAN

Pencemaran yang terjadi dengan radius 1 km yang diakibatkan oleh sifat batuan dasar di sekitar lokasi TPA yang secara homogen menyebar luas hingga pemukiman penduduk dan hanya memiliki nilai konduktivitas hidrolika sebesar 10^{-2} cm/detik (komposisi fraksi lempung dalam tanah/batuan adalah 50 %). Beberapa karakteristik geologi yang mendukung kesimpulan tersebut adalah :

1. Jenis akifer yang berkembang di daerah Sarimukti adalah akifer bebas dengan kedalaman muka airtanah dari dasar TPA sekitar 10 - 15 m dengan konduktivitas hidrolika sebesar 10^{-3} - 10^{-2} cm/detik.
2. Arah aliran airtanah di daerah penelitian secara umum mempunyai arah timur, baratdaya, selatan, dan tenggara, dengan gradien hidrolika antara 10 - 40 %. Sesuai dengan morfologi dan kemiringan lapisan batuan tuf, maka arah aliran airtanah yang relatif menuju selatan dan tenggara yang mempengaruhi pergerakan air lindi sampah, dimana semakin besar nilai gradien hidrolika maka pencemaran airtanah akan lebih cepat terjadi.
3. Pencemaran airtanah yang terjadi di sekitar lokasi TPA disebabkan oleh sistem penimbunan sampah yang kurang tepat (sebelum sistem *sanitary landfill* diterapkan pada Zone 3 dan 4) dan kondisi morfologi yang kurang menguntungkan. Sebagian kondisi lereng TPA yang cukup curam dapat menyulitkan proses pemadatan lapisan penutup sampah, selain itu jenis tanah yang dipadatkan tidak selamanya $<10^{-7}$ cm/dtk sehingga dapat terjadi

rembesan air lindian sampah ke dalam airtanah.

Saran

Beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan yang cukup berarti, yaitu :

1. Pencemaran yang sudah terlanjur terjadi di sekitar lokasi TPA dapat diatasi dengan cara pemantauan secara intensif terhadap sumber pencemar dan pengenceran bahan-bahan pencemar (kontaminan) dalam airtanah melalui teknologi yang tepat.
2. Penentuan pola penyebaran *leachate* akan lebih akurat apabila didukung oleh metode pemetaan geofisika.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih yang setinggi-tingginya disampaikan kepada Kepala LPPM atas terselenggaranya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

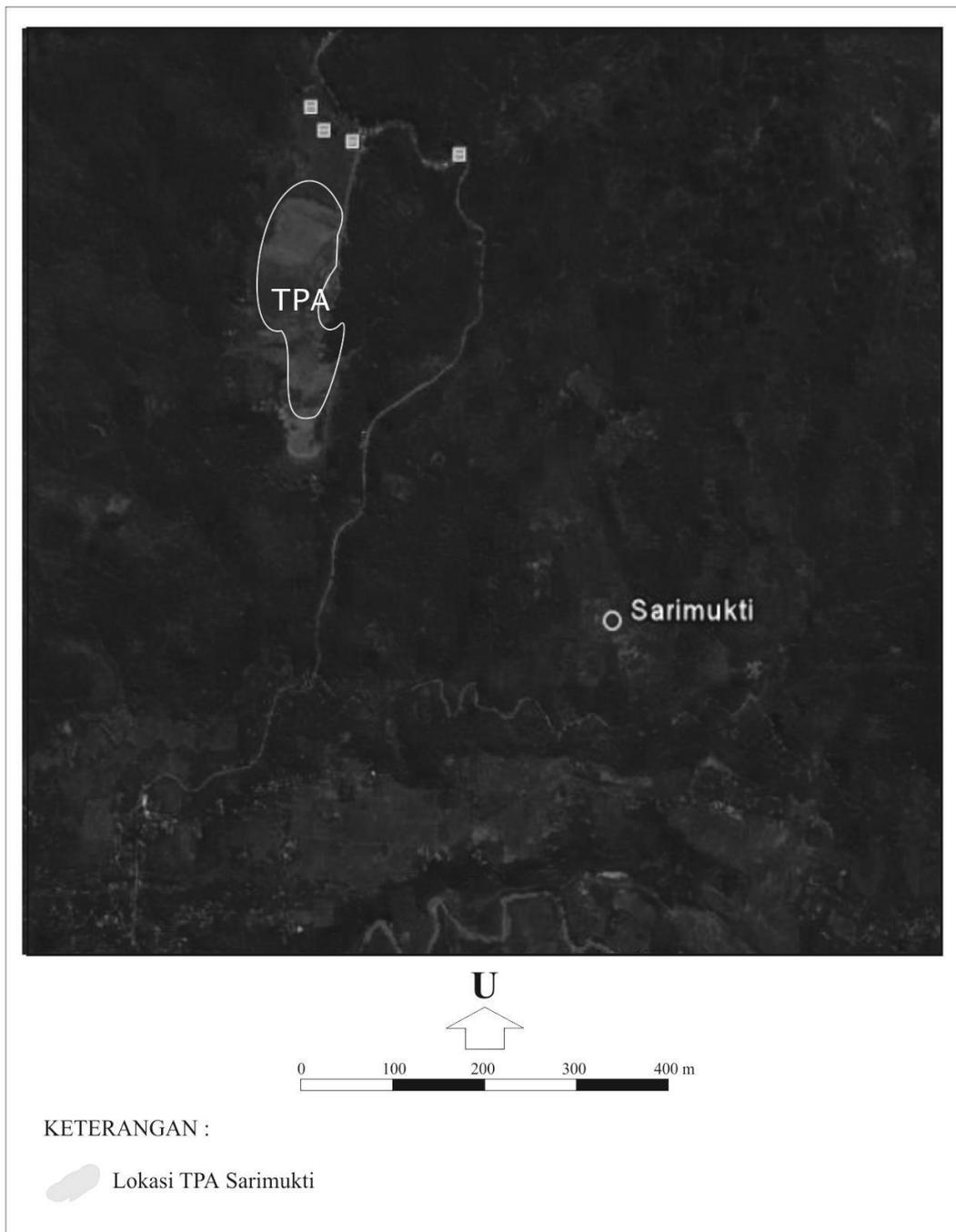
- Anonim. 1991. Bandung hidrological study, West Java Provincial water sources master plan for water supply. IWACO-WASECO, Jakarta, 8015472.
- Anonim. 2000. Pedoman sanitasi rumah sakit di Indonesia. Direktorat Jenderal PPM-PL dan Direktorat Jenderal Pelayanan Medik, Departemen Kesehatan dan Kesejahteraan Sosial, Republik Indonesia, Jakarta.
- Bagchi, A. 1994. Design, construction and monitoring of landfills. John Wiley & Sons Inc., Canada.
- Fetter, C.W. 1988. Applied hydrogeology, second edition. Merrill Publishing Company, Ohio, USA.

- Koesoemadinata, R. P. dan Dj. Hartono. 1980. Stratigrafi dan sedimentasi daerah Bandung. Proc. PIT X, IAGI, Bandung.
- Kruseman, G. P. and N. A. de Ridder. 1994. Analysis and evaluation of pumping test data. International Institute of Land Reclamation and Improvement/ILRI, Wageningen, The Netherlands.
- Lapedes, D. N., et. al. 1978. McGraw-Hill encyclopedia of the geological sciences. McGraw Hill Inc., p.803.
- Longman Group Ltd. 1982. Longman illustrated dictionary of geology. York Press, Beirut.
- Lundgren, Lawrence. 1986. Environmental geology. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Rahn, Perry H. 1996. Engineering Geology, An Environmental Approach, second edition. Prentice Hall Inc., A Simon & Schuster Company, Upper Saddle River, New Jersey.
- Sudjatmiko. 1972. Peta geologi bersistem, Jawa, 1 : 100.000, lembar Cianjur. PPPG, Bandung.
- Thornbury, D. William. 1969. Principal of Geomorphology, Second Edition. John Willey and Sons Inc., New York.
- Todd, D. K. 1980. Groundwater hydrology. John Willey & Sons Inc., New York.
- van Bemmelen, R. W. 1949. The geology of Indonesia, vol. 1A. Martinus, Nijhoff, The Hague.
- Van Zuidam, R.A. 1988. Annual Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphic Mapping. International Institute for Aerospace Survey and Earth Science, ITC, Smith Publisher The Hague.

Tabel 1.
Perbandingan konsentrasi zat terlarut dalam airtanah di sekitar
TPA Sarimukti

Parameter	Airtanah Terpengaruh TPA	Airtanah Tak Terpengaruh TPA	NAB
DHL ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	232-1764	141	-
Cl^- (mg/l)	27-361,11	8,22	250
SO_4^{2-} (mg/l)	7,2-75,65	1,76	400
NO_3^- (mg/l)	0,96-34	0,98	10
HCO_3^- (mg/l)	90,5-622	84,46	500

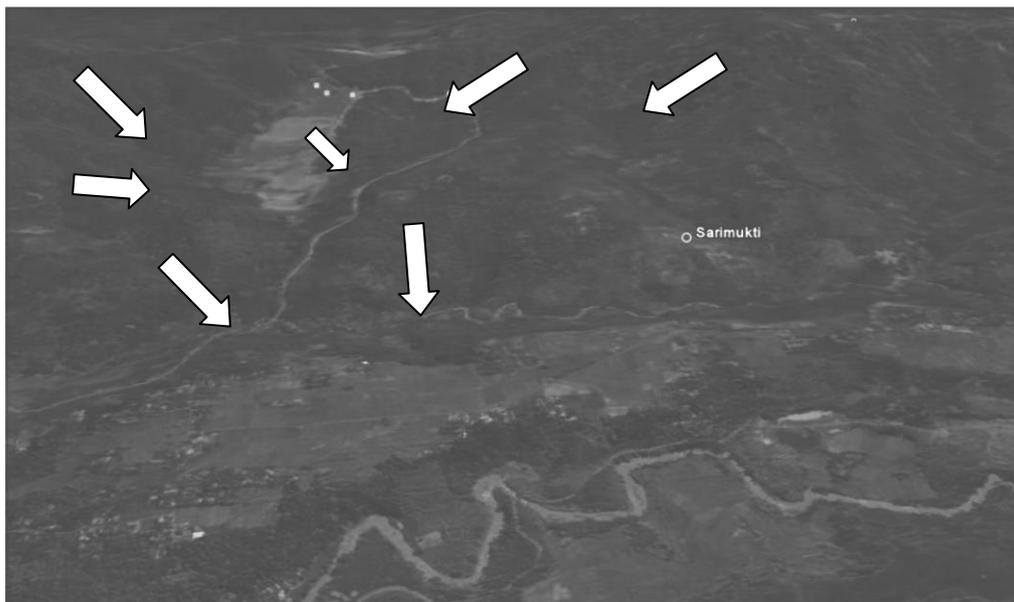
Prediksi arah pencemaran airtanah akibat Tempat Pembuangan Sampah Akhir di daerah Sarimukti dan sekitarnya Kabupaten Bandung Barat, Propinsi Jawa Barat
(Bombom R. Suganda, T. Yan W. M. Iskandarsyah, dan M. Sapari Dwi Hadian)



Gambar 1. Peta topografi daerah TPA Sarimukti dan sekitarnya
(diambil dari peta Google Earth, 2006)

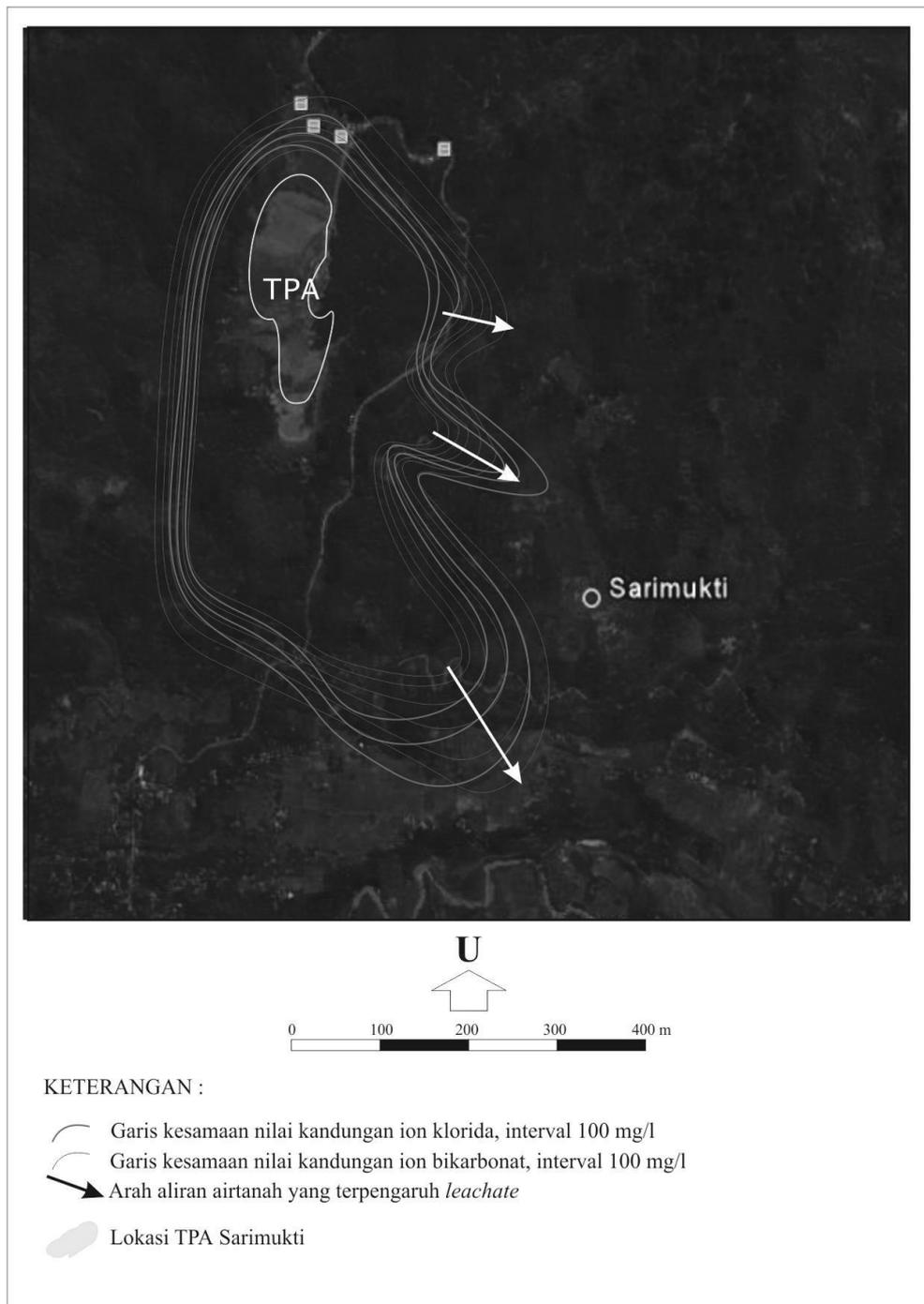


Gambar 2.
Endapan tuf berbatuapung sebagai batuan penyusun Formasi Cibeureum



Gambar 3. Arah aliran airtanah di daerah penelitian

Prediksi arah pencemaran airtanah akibat Tempat Pembuangan Sampah Akhir di daerah Sarimukti dan sekitarnya Kabupaten Bandung Barat, Propinsi Jawa Barat
(Bombom R. Suganda, T. Yan W. M. Iskandarsyah, dan M. Sapari Dwi Hadian)



Gambar 4.

Peta pola penyebaran air indan sampah yang diperkirakan terjadi di daerah TPA Sarimukti dan sekitarnya