



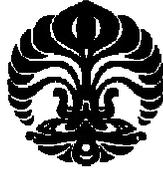
UNIVERSITAS INDONESIA

**POLA WILAYAH KERENTANAN AIRTAHAH DANGKAL TERHADAP
PENCEMARAN DI KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR**

SKRIPSI

**DIAN WAHYU WULANDARI
0606071336**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN GEOGRAFI
DEPOK
JULI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**POLA WILAYAH KERENTANAN AIRTANAH DANGKAL TERHADAP
PENCEMARAN DI KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains

**DIAN WAHYU WULANDARI
0606071336**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN GEOGRAFI
DEPOK
JULI 2010**

Universitas Indonesia

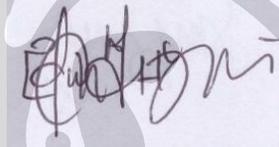
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya penulis sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah penulis nyatakan dengan benar.

Nama : Dian Wahyu Wulandari

NPM : 0606071336

Tanda Tangan :



Tanggal : 13 Juli 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Dian Wahyu Wulandari
NPM : 0606071336
Program Studi : Departemen Geografi
Judul Skripsi : Pola Wilayah Kerentanan Airtanah Dangkal
Terhadap Pencemaran Di Kecamatan Citeureup,
Kabupaten Bogor

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia

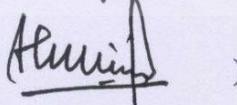
DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang : Drs. Hari Kartono, MS ()

Pembimbing I : Drs. Sobirin, M.Si ()

Pembimbing II : Dr.rer.nat Eko Kusratmoko, MS ()

Penguji I : Dr. Djoko Harmantyo, MS ()

Penguji II : Drs. Supriatna, M.T ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 13 Juli 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan kuasanya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Departemen Geografi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Drs. Sobirin, M, Si dan Dr. rer. nat Eko Kusratmoko, MS selaku dosen pembimbing yang telah sabar membimbing, menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
2. Dr. Djoko Harmantyo, MS dan Drs. Supriatna, MT selaku dosen penguji serta Drs. Hari Kartono MS selaku ketua sidang, atas koreksi, masukan, dan kritik saran yang membangun bagi penulis dalam menyusun skripsi.
3. Dra. M.H. Dewi Susilowati, MS selaku dosen pembimbing akademis, dan seluruh dosen pengajar beserta staf di Departemen Geografi FMIPA UI atas segala ilmu dan dukungan kepada penulis.
4. Pemerintahan Kabupaten Bogor, terutama Dinas Bina Marga dan Pengairan Kab. Bogor atas dukungan data dan akses bagi penulis dalam melakukan penelitian ini.
5. Bapak (Alm), Mama, kakak – kakak dan adik – adikku tersayang atas perhatian, kasih sayang, doa, dukungan moral dan materil yang tak pernah berhenti kepada penulis.
6. Yang tak pernah terlupakan Yudo Asmoro beserta keluarga, atas semangat, perhatian, dukungan, dan ketulusannya menemani penulis dalam pencarian data dan kegiatan survei lapang.

7. Kesepuluh sahabatku tersayang, Eka Wirda Jannah, Febriana Putri Windiani, Iqlima Idayah Tika, Ira Megawati, Matina Israr, Ria Watiningsih, Ridha Chairunissa, Shierly Lestari, Sri Harjanti Wilujeng, dan Yuniar Kurnia Putri, untuk semua yang telah diberikan, kalian salah satu memori indah tak terlupakan dalam hidup penulis.
8. Teman – teman Geografi 2006 atas kebersamaannya selama hampir 4 tahun, memberikan warna ceria bagi penulis dalam mengisi hari-hari di geografi.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak berjasa membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Penulis

Juli 2010

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dian Wahyu Wulandari
NPM : 0606071336
Program Studi : Geografi
Departemen : Geografi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti, Noneksklusif (*Non-exclusive Royalti-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

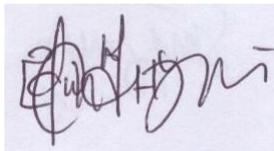
**Pola Wilayah Kerentanan Airtanah Dangkal Terhadap Pencemaran di
Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada Tanggal : 13 Juli 2010

Yang Menyatakan



(Dian Wahyu Wulandari)

ABSTRAK

Nama : Dian Wahyu Wulandari
Program Studi : Geografi
Judul : Pola Wilayah Kerentanan Airtanah Dangkal Terhadap
Pencemaran Di Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor.

Faktor hidrogeologi mempunyai tingkat perlindungan tertentu terhadap pencemaran airtanah, yang digunakan untuk menentukan masuknya pencemaran ke dalam airtanah. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pola wilayah kerentanan airtanah dangkal statis dan dinamis terhadap pencemaran dengan menggunakan metode DRASTIC yang berbasis Sistem Informasi Geografis, dan mengetahui hubungan antara wilayah kerentanan airtanah dangkal dengan konsentrasi nitrat. Penentuan wilayah kerentanan airtanah dangkal dilakukan melalui analisis tumpang susun antara tujuh variabel DRASTIC dan penggunaan tanah. Sebagian besar wilayah kerentanan airtanah dangkal statis dan dinamis di Kecamatan Citeureup didominasi oleh wilayah dengan kerentanan sedang. Pola wilayah kerentanan airtanah dangkal baik statis maupun dinamis mengelompok di bagian selatan dan menyebar di bagian utara, serta cenderung semakin bertambah kelas kerentanannya di bagian tengah daerah penelitian. Konsentrasi nitrat sebagai salah satu pencemar airtanah tidak berasosiasi dengan wilayah kerentanan airtanah dangkal statis, tetapi berasosiasi dengan wilayah kerentanan airtanah dangkal dinamis di Kecamatan Citeureup.

Kata Kunci : airtanah dangkal, kerentanan, DRASTIC, konsentrasi nitrat

xv + 59 hlm.; 4 gambar; 5 lampiran; 14 peta

Daftar Referensi: 24 (1980 – 2009)

ABSTRACT

Name : Dian Wahyu Wulandari
Mayor : Geography
Title : Pattern of the Groundwater Vulnerability to Contamination
in Citeureup District, Bogor Regency.

Hydrogeology factors has a protect level to groundwater contamination, which are used to infer the potential for contaminants to enter the groundwater. This research examines region pattern of shallow groundwater vulnerability to contamination using DRASTIC method which is based on Geographic Information System, and its relationship with nitrate concentrate. Pattern of shallow groundwater vulnerability to contamination determine by overlay between seven DRASTIC variables and land use. Most of groundwater in Citeureup District has moderate level in vulnerability to contamination. Patterns both of static and dynamic shallow groundwater vulnerability to contamination are clustered in south side and spread in north side, and increasingly level of vulnerability in the center side. Nitrate concentrate as one of groundwater pollutant has not association with the pattern of static groundwater vulnerability but has association with pattern of dynamic groundwater vulnerability to contamination in Citeureup District.

Keywords: shallow groundwater, vulnerability, DRASTIC, nitrate concentrate

xv + 59 pages; 4 pictures; 5 attachments; 12 maps

Bibliography: 24 (1980 – 2009)

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR PETA.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Pertanyaan Masalah	3
1.4 Batasan Penelitian	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Airtanah	6
2.2 Pencemaran Airtanah	8
2.3 Kerentanan Airtanah.....	9
2.4. Pendugaan Kerentanan Airtanah dengan Metode DRASTIC.....	9
2.5. Variabel Dalam Metode DRASTIC.....	10
2.5.1 Kedalaman Untuk Mencapai Muka Airtanah	10
2.5.2 Curah Hujan.....	11
2.5.3 Media Akuifer.....	11
2.5.4 Tekstur Tanah.....	12
2.5.5 Topografi.....	13
2.5.6 Media Zona Tak Jenuh.....	13
2.5.7 Konduktivitas Hidraulik.....	14
2.6 Konsentrasi Nitrat sebagai Nitrogen ($\text{NO}_3 - \text{N}$) dalam Airtanah.....	15
2.7 Penelitian Terdahulu.....	16
3. METODE PENELITIAN	18
3.1 Daerah Penelitian.....	18
3.2 Alur Pikir Penelitian.....	18
3.3 Variabel Penelitian.....	19
3.4 Pengumpulan Data.....	23
3.5 Pengolahan Data.....	25
3.6 Analisis.....	27
3.6.1 <i>Chi Square</i> Tiga Sampel.....	27

4. GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN.....	29
4.1 Letak dan Luas Daerah Penelitian.....	29
4.2 Kondisi Morfologi.....	29
4.2.1 Ketinggian.....	29
4.2.2 Lereng.....	30
4.3 Kondisi Geologi.....	31
4.4 Jenis Tanah.....	33
4.5 Kondisi Hidrologi.....	34
4.5.1 Curah Hujan.....	34
4.5.2 Jaringan Sungai.....	35
4.5.3 Sumber Mata Air.....	35
4.6 Penggunaan Tanah.....	36
4.7 Kondisi Demografi.....	37
5. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
5.1 Kondisi Airtanah.....	39
5.1.1 Kondisi Fisik Sumur dan Ketersediaan Air Sumur.....	39
5.1.2 Kedalaman Untuk Mencapai Muka Airtanah Dangkal.....	40
5.2 Konsentrasi Nitrat sebagai Nitrogen ($\text{NO}_3 - \text{N}$) Dalam ATD.....	42
5.3 Variabel DRASTIC di Kecamatan Citeureup.....	44
5.4 Pola Wilayah Kerentanan Airtanah Dangkal Statis Terhadap Pencemaran.....	48
5.5 Pola Wilayah Kerentanan Airtanah Dangkal Dinamis Terhadap Pencemaran.....	50
5.6 Hubungan Antara Wilayah Kerentanan ATD Statis Terhadap Pencemaran dengan Konsentrasi Nitrat dalam ATD.....	52
5.7 Hubungan Antara Wilayah Kerentanan ATD Dinamis Terhadap Pencemaran dengan Konsentrasi Nitrat dalam ATD..	54
6. KESIMPULAN.....	56
DAFTAR REFERENSI	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Siklus Nitrogen dalam Tanah dan Airtanah.....	16
Gambar 2. Alur Pikir Penelitian.....	18
Gambar 3. Grafik Konsentrasi Nitrat ($\text{NO}_3 - \text{N}$) dalam ATD di Kecamatan Citeureup.....	42
Gambar 4. Grafik Jumlah Titik Sampel Konsentrasi Nitrat Berdasarkan Kerentanan ATD Statis Terhadap Pencemaran.....	52
Gambar 5. Grafik Jumlah Titik Sampel Konsentrasi Nitrat Berdasarkan Kerentanan ATD Dinamis Terhadap Pencemaran.....	54



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Nilai masing-masing klasifikasi kedalaman untuk mencapai muka airtanah dalam kerentanan airtanah dangkal terhadap pencemaran.....	19
Tabel 3.2. Nilai masing-masing klasifikasi curah hujan dalam kerentanan airtanah dangkal terhadap pencemaran	20
Tabel 3.3 Nilai masing-masing tipe media akuifer dalam kerentanan airtanah dangkal terhadap pencemaran.....	20
Tabel 3.4 Nilai masing-masing tipe tekstur tanah dalam kerentanan airtanah dangkal terhadap pencemaran.....	21
Tabel 3.5 Nilai masing-masing klasifikasi lereng dalam kerentanan airtanah dangkal terhadap pencemaran.....	21
Tabel 3.6. Nilai masing-masing tipe media zona tak jenuh dalam kerentanan airtanah dangkal terhadap pencemaran.....	22
Tabel 3.7 Nilai masing-masing klasifikasi konduktivitas hidraulik dalam kerentanan airtanah dangkal terhadap pencemaran...	22
Tabel 3.8 Nilai masing-masing jenis penggunaan tanah.....	23
Tabel 4.1 Jumlah Sumber Mata Air di Kecamatan Citeureup.....	36
Tabel 4.2 Jenis Penggunaan Tanah di Kecamatan Citeureup.....	37
Tabel 4.3 Jumlah dan Kepadatan Penduduk di Kecamatan Citeureup Tahun 2009.....	38
Tabel 5.1 Kedalaman Untuk Mencapai Muka Airtanah.....	40
Tabel 5.2 Luas dan Persentase Kedalaman Untuk Mencapai Muka Airtanah.....	40
Tabel 5.3 Konsentrasi Nitrat dalam ATD.....	42
Tabel 5.4 Klasifikasi Konsentrasi Nitrat dalam ATD.....	43
Tabel 5.5. Luas dan Persentase Wilayah Curah Hujan di Kecamatan Citeureup.....	45
Tabel 5.6 Luas dan Persentase Wilayah Media Akuifer di Kecamatan Citeureup.....	46
Tabel 5.7. Luas dan Persentase Wilayah Jenis tanah di Kecamatan Citeureup.....	46
Tabel 5.8. Luas dan Persentase wilayah lereng di Kecamatan Citeureup.....	47
Tabel 5.9 Luas dan Persentase Media Zona Tak Jenuh di Kecamatan Citeureup	47
Tabel 5.10 Luas dan Persentase Wilayah Kerentanan ATD Statis Terhadap Pencemaran.....	49
Tabel 5.11 Luas dan Persentase Wilayah Kerentanan ATD Dinamis Terhadap Pencemaran.....	51

DAFTAR PETA

- Peta 1. Lokasi Sampel Penelitian
- Peta 2. Wilayah Ketinggian
- Peta 3. Wilayah Lereng
- Peta 4. Jenis Batuan
- Peta 5. Jenis Tanah
- Peta 6. Curah Hujan Rata-Rata Tahunan
- Peta 7. Jaringan Sungai
- Peta 8. Penggunaan Tanah
- Peta 9. Kedalaman Untuk Mencapai Muka Airtanah
- Peta 10. Konsentrasi Nitrat ($\text{NO}_3 - \text{N}$) dalam Airtanah
- Peta 11. Kerentanan Airtanah Dangkal Statis
- Peta 12. Kerentanan Airtanah Dangkal Dinamis
- Peta 13. Konsentrasi Nitrat Berdasarkan Kerentanan Airtanah Dangkal Statis
- Peta 14. Konsentrasi Nitrat Berdasarkan Kerentanan Airtanah Dangkal Dinamis

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil Survei Lapang (08 Mei 2010 - 27 Mei 2010).
- Lampiran 2 Uji Kolmogorov-Smirnov.
- Lampiran 3. Perhitungan *chi square* antara wilayah kerentanan airtanah dangkal statis dengan konsentrasi nitrat dalam airtanah dangkal.
- Lampiran 4. Perhitungan *chi square* antara wilayah kerentanan airtanah dangkal dinamis dengan konsentrasi nitrat dalam airtanah dangkal.
- Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan Survei Lapang.



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Airtanah adalah air yang bergerak dalam tanah yang terdapat di dalam ruang – ruang antara butir – butir tanah dan retakan batuan (Sosrodarsono dan Takeda, 1987). Kondisi airtanah sangat bervariasi baik tempat maupun waktu. Kondisi geologis dan morfologis suatu daerah dapat menyebabkan perbedaan jumlah kandungan airtanah yang tersimpan selain faktor curah hujan, yang merupakan faktor utama dalam siklus hidrologi dan sebagai sumber airtanah (Setiawan, 2003). Susunan geologi di bawah permukaan tanah mempunyai pengaruh yang penting terhadap proses daur ulang hidrologi aliran airtanah yang berlangsung di dalam tubuh bumi. Seluruh ruang dalam batuan saling berhubungan dan terisi air, sehingga air dapat bergerak dan mengalir (Hamid, 1998).

Pemanfaatan airtanah secara intensif dapat merubah kualitas kimia airtanah sehingga terjadi pencemaran airtanah. Pencemaran airtanah adalah masalah yang sangat serius karena pencemaran airtanah sulit untuk dikenali oleh masyarakat. Pencemaran airtanah dapat terjadi dalam banyak cara dan dari berbagai sumber, baik alam dan manusia. Airtanah umumnya mengandung satu atau lebih kandungan kimia alami, yang berasal dari tanah atau batuan. Namun, kelebihan kandungan kimia di dalam airtanah dapat membahayakan bagi peruntukannya. Widyastuti, et al. (2006), mengungkapkan bahwa faktor manusia lebih dominan dibanding faktor alami dalam mempengaruhi kualitas airtanah.

Menurut El-Naqa, et al. (2006), kerentanan airtanah merupakan sensitivitas airtanah terhadap pencemaran yang didasarkan pada karakteristik instrinsik airtanah tersebut. Kerentanan airtanah jelas berbeda dengan risiko pencemaran airtanah. Risiko pencemaran airtanah tidak hanya dipengaruhi oleh kerentanan airtanah tetapi juga oleh adanya sumber pencemaran. Konsep kerentanan airtanah didasari oleh asumsi bahwa faktor hidrogeologi mempunyai tingkat perlindungan airtanah

terhadap pencemaran. Selain faktor hidrogeologi, kerentanan airtanah juga dipengaruhi oleh penggunaan tanahnya. Dua puluh tahun terakhir, peta kerentanan airtanah telah dikembangkan di banyak negara sebagai dasar dalam pengembangan strategi penggunaan tanah yang mempertimbangkan aspek pada perlindungan airtanah dari pencemaran. Tujuan utama peta kerentanan airtanah membagi daerah dalam unit – unit hidrogeologi dengan tingkat kerentanan yang berbeda.

Saat ini telah banyak metode yang dikembangkan untuk mengidentifikasi kerentanan airtanah terhadap pencemaran. Metode DRASTIC merupakan pendekatan yang populer dalam kerentanan airtanah karena metode ini relatif murah dan menggunakan data yang telah tersedia atau data yang bisa diperkirakan sehingga menghasilkan peta kerentanan yang dapat diinterpretasikan dengan mudah (Margane, 2003 dalam El- Naqa, 2006).

Salah satu indikator telah terjadinya penurunan kualitas airtanah yaitu dengan terdeteksinya polutan nitrat dalam airtanah tersebut. Nitrat merupakan salah satu kontaminan airtanah yang paling sering diidentifikasi. Nitrat (NO_3^-) adalah bentuk utama di mana terjadi nitrogen dalam air tanah, meskipun nitrogen terlarut juga dapat hadir sebagai nitrit (NO_2^-), amonium (NH_4^+), N_2O , dan nitrogen organik. Konsentrasi, bentuk dan perilaku nitrogen dalam air diatur oleh proses kimia dan biologi membentuk siklus nitrogen. Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001, ambang batas kandungan nitrat dalam dirtanah sesuai dengan kriteria baku mutu kelas I adalah sebesar 10 mg/l. Konsentrasi nitrat dalam airtanah biasanya rendah tetapi dapat mencapai tingkat yang sangat tinggi akibat pencucian atau limpasan dari lahan pertanian ditambah dengan kontaminasi dari limbah manusia atau hewan, (Laftouhi et al, 2003 dalam BGS, 2004).

Daerah kajian dalam penelitian ini adalah Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor. Secara geomorfologi, Kecamatan Citeureup termasuk dalam Zona Lipatan Utara yang dibatasi oleh dataran alluvial di bagian utara dan daerah depresi di bagian selatan. Keberadaannya pada zona lipatan utara, mengakibatkan wilayah ini memiliki kondisi fisik yang berbeda – beda. Perbedaan kondisi fisik tersebut akan mempengaruhi distribusi airtanah dangkal beserta zat pencemar yang

terbawa. Daerah penelitian ini juga memiliki beberapa formasi geologi dengan litologi yang berbeda, dimana tiap-tiap jenis batuan akan mempengaruhi masuknya zat pencemar ke dalam tanah. Selain itu, pesatnya pembangunan permukiman dan industri di Kecamatan Citeureup memberikan kontribusi tersendiri terhadap pencemaran airtanah. Padahal berdasarkan survei lapangan tahun 2010, sekitar 90 % penduduk di Kecamatan Citeureup menggunakan airtanah sebagai sumber air utama dalam pemenuhan kebutuhan sehari-hari. Hal - hal tersebut yang menarik penulis untuk mengkaji pola wilayah kerentanan airtanah dangkal serta hubungannya dengan konsentrasi nitrat dalam airtanah dangkal di Kecamatan Citeureup.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pola wilayah kerentanan airtanah dangkal statis dan dinamis terhadap pencemaran di Kecamatan Citeureup berdasarkan parameter DRASTIC dan penggunaan tanah.
2. Untuk mengetahui hubungan antara wilayah kerentanan airtanah dangkal statis dan dinamis terhadap pencemaran dengan konsentrasi nitrat dalam airtanah dangkal di Kecamatan Citeureup.

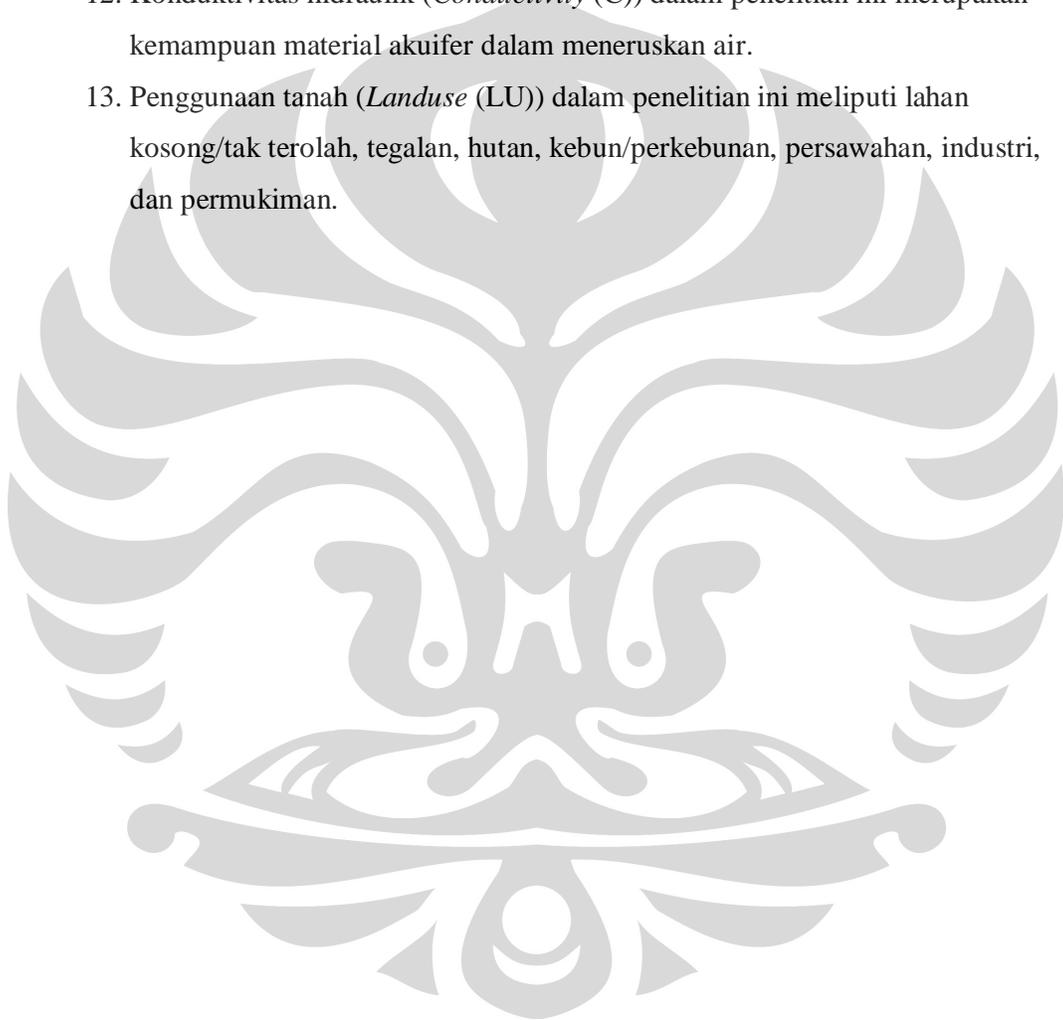
1.3 Pertanyaan Masalah

1. Bagaimana pola wilayah kerentanan airtanah dangkal statis dan dinamis terhadap pencemaran di Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor?
2. Bagaimana hubungan antara wilayah kerentanan airtanah dangkal statis dan dinamis terhadap pencemaran dengan konsentrasi nitrat dalam airtanah dangkal di Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor?

1.4 Batasan Penelitian

1. Airtanah yang dimaksud dalam penelitian ini adalah air yang berada di bawah permukaan tanah, yang termasuk dalam airtanah dangkal dengan kedalaman ≤ 30 m.
2. Kerentanan airtanah yang dimaksud dalam penelitian ini adalah sensitivitas kondisi fisik daerah penelitian terhadap pencemaran airtanah. Kerentanan airtanah pada penelitian ini terbagi menjadi kerentanan airtanah statis dan dinamis.
3. Kerentanan airtanah statis diperoleh dari pertampalan ketujuh variabel hidrogeologi dalam metode DRASTIC yang meliputi kedalaman untuk mencapai muka airtanah, curah hujan, media akuifer, tekstur tanah, topografi (lereng), media zona tak jenuh, dan konduktivitas hidraulik. Sedangkan, kerentanan airtanah dinamis diperoleh dari hasil pertampalan wilayah kerentanan airtanah statis dengan penggunaan tanah.
4. Pencemaran airtanah yang dimaksud dalam penelitian ini adalah masuknya atau dimasukkannya kandungan kimia kedalam tanah hingga mencapai muka airtanah, sehingga kualitas airtanah menurun dan tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.
5. Kandungan kimia dalam airtanah yang diukur dalam penelitian ini adalah konsentrasi nitrat sebagai nitrogen ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) dengan satuan mg/l. Ambang batas konsentrasi nitrat dalam airtanah pada penelitian ini berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria baku mutu kelas I yaitu sebesar 10 mg/l.
6. Kedalaman untuk mencapai muka airtanah (*Depth to the water table (D)*) dalam penelitian ini adalah jarak antara permukaan tanah dengan muka airtanah.
7. Curah hujan (*Recharge (R)*) dalam penelitian ini adalah rata-rata curah hujan tahunan daerah penelitian.
8. Media akuifer (*Aquifer media (A)*) dalam penelitian ini adalah karakteristik material penyusun akuifer dalam menunjang pergerakan zat pencemar.
9. Tekstur tanah (*Soil media (S)*) dalam penelitian ini adalah perbandingan konsentrasi partikel – partikel primer tanah yang mempengaruhi masuknya zat pencemar ke dalam tanah.

10. Topografi (*Topography* (T)) dalam penelitian ini mengacu pada kelerengan permukaan tanah yang berperan dalam mengalirkan atau mengendapkan zat pencemar ke dalam airtanah.
11. Media zona tak jenuh (*Impact of vadose zone* (I)) dalam penelitian ini diperoleh kondisi material bawah tanah pada kedalaman 2 m sampai mendekati muka airtanah.
12. Konduktivitas hidraulik (*Conductivity* (C)) dalam penelitian ini merupakan kemampuan material akuifer dalam meneruskan air.
13. Penggunaan tanah (*Landuse* (LU)) dalam penelitian ini meliputi lahan kosong/tak terolah, tegalan, hutan, kebun/perkebunan, persawahan, industri, dan permukiman.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Airtanah

Airtanah merupakan air yang berada di bawah permukaan tanah yang tersimpan atau terperangkap di dalam lapisan batuan yang mengalami pengisian secara terus menerus oleh alam. Berdasarkan letak dan sifat serta kondisi fisiknya, airtanah dibedakan menjadi dua yaitu airtanah dangkal dan airtanah dalam. Airtanah dangkal (airtanah bebas) terdapat pada akuifer bagian atas dan tidak tertutup oleh lapisan kedap air. Airtanah ini bisa digali oleh penduduk dengan membuat sumur dangkal. Sedangkan airtanah dalam (airtanah tertekan) terdapat pada akuifer bagian bawah, ditutupi oleh lapisan kedap air sehingga tidak bisa digali secara sederhana melainkan dengan pembuatan sumur dalam (sumur artesis).

Airtanah ditemukan pada formasi geologi permeabel (tembus air) yang dikenal sebagai akuifer. Akuifer merupakan formasi pengikat air yang memungkinkan jumlah air yang cukup besar untuk bergerak melaluinya pada kondisi lapangan yang biasa. Airtanah juga ditemukan pada akuiklud (dasar semi permeabel) yang mengandung air tetapi tidak mampu memindahkan jumlah air yang besar (seperti liat). Deposit glasial pasir dan kerikil, kipas alluvial, dataran banjir, dan deposit delta pasir merupakan sumber – sumber air yang sangat baik (Seyhan, 1990).

Pergerakan airtanah secara alami dipengaruhi oleh kondisi morfologi, hidrologi dan geologi setempat. Muka airtanah biasanya terbentuk mengikuti kontur bentang daratan di atas muka airtanah tersebut. Ketinggian dan tingkat kelerengan suatu wilayah mempengaruhi munculannya airtanah ke permukaan. Sementara itu, faktor geologi yang mempengaruhi ketersediaan airtanah antara lain bentuk dan besar butir, penyebaran lapisan batuan dan perbedaan komposisi litologi batuan dan tingkat kelulusannya. Produktivitas akuifer yang menekan berpengaruh secara hidrologi terhadap kelulusannya dalam mengalirkan airtanah (Damayanti, 2002).

Keuntungan pemanfaatan airtanah sebagai sumber air minum, meliputi:

1. Variasi kualitas air dari waktu ke waktu relatif kecil;
2. Airtanah mempunyai kualitas yang baik, sehingga biaya pengolahan murah;
3. Luasan wilayah airtanah lebih besar dibanding dengan air permukaan, sehingga biaya yang mahal untuk mendistribusikan air dapat dikurangi;
4. Dengan cara yang tepat, lahan di atas akifer yang mengandung airtanah masih dapat digunakan untuk industri, perumahan, pertanian dan rekreasi;
5. Akifer mengandung airtanah dan menyimpan dalam jumlah yang besar sekali, sehingga untuk menyimpan airtanah tidak perlu dibuat waduk sebagai penyimpan air seperti yang dilakukan pada air permukaan, lagi pula terhindar dari masalah evaporasi.

Kerugian dan kelemahan pemanfaatan airtanah sebagai sumber air minum adalah

1. Airtanah yang diambil melalui sumur dalam mengandung konsentrasi ion-ion tertentu seperti Ca, Mg, Mn, dan Fe dalam jumlah yang cukup tinggi. Ion-ion H_2S , S, SO_4 dan Cl mungkin terdapat dalam kadar yang tinggi, demikian juga F. Kadar ion yang tinggi tersebut dapat mengganggu kesehatan. Contoh kadar ion F yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan gigi yang disebut dental mottling. Kadar ion Fe yang tinggi dapat mengakibatkan rusaknya alat rumah tangga dan alat sanitasi, contohnya terjadinya warna coklat pada porselin yang terkena airtanah tersebut.
2. Dekomposisi anaerobik dari zat organik yang, tertimbun dapat mencemari airtanah dengan menghasilkan gas, seperti metana, ammonia, dan hidrogen sulfida.
3. Airtanah di daerah pantai dapat mengalami intrusi air asin.

4. Hal yang sangat penting untuk dipahami yaitu sekali akifer airtanah tercemar, sangat sukar atau hampir tidak mungkin untuk dibersihkan kembali. (Gleary dalam Novran, M.D, 2009).

2.2 Pencemaran Airtanah

Dalam Pasal 1, ayat 11 Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Mekanisme terjadinya pencemaran antara airtanah dan air sungai atau air permukaan berbeda. Karena lebih terbuka, air permukaan lebih mudah mengalami perubahan kualitas, termasuk pencemaran daripada airtanah. Oleh karena itu, orang cenderung menggunakan airtanah sebagai sumber untuk keperluan sehari-hari, termasuk untuk air minum karena relatif lebih aman. Hal tersebut dikarenakan airtanah memiliki kualitas yang lebih baik daripada air permukaan (terutama fisik dan biologis) dan kesinambungan ketersediaan airtanah lebih stabil berbanding dengan air permukaan.

Masuknya zat pencemar ke dalam airtanah dipengaruhi oleh faktor-faktor hidrogeologi antara lain curah hujan, kedalaman muka airtanah, tekstur tanah, litologi zona tak jenuh maupun jenuh air, konduktivitas hidraulik. Factor-faktor hidrogeologi tersebut berpengaruh dalam proses pelarutan zat pencemar dan menentukan cepat lambatnya zat pencemar menuju airtanah (Todd, 1980).

Karakteristik kualitas airtanah secara alami dipengaruhi oleh mekanisme pelarutan batuan (mineral) yang mudah terlarut dimana airtanah tersebut bergerak. Sehingga airtanah berpotensi tercemar melalui mekanisme perkolasi air melalui permukaan tanah di daerah imbuhan (*recharge*) yang umumnya mengalami penjernihan yang berarti. Keefektifan penjernihan tersebut merupakan fungsi dari kedalaman tanah di atas muka airtanah, jenis tanah, dan konsentrasi bahan pencemar di dalam air yang berperkolasi. Di daerah-daerah dengan muka airtanahnya relatif dalam atau

tanahnya kurang berpori, proses penjernihannya menjadi lebih mantap, dan imbuhan akuifernya dapat terhindar dari bahan-bahan pencemar.

2.3 Kerentanan Airtanah

Kerentanan airtanah terhadap pencemaran (*groundwater vulnerability to contamination*) pertama kali diperkenalkan oleh Margat pada tahun 1960. Tingkat kerentanan airtanah didasarkan pada asumsi bahwa lingkungan fisik mempunyai tingkat perlindungan airtanah terhadap alam dan dampak aktivitas manusia, khususnya pencemaran. Kerentanan airtanah dapat pula diartikan sebagai fungsi dari faktor-faktor hidrogeologi. Dimana interpretasi kondisi hidrogeologi tersebut bersifat kualitatif dan tidak mencakup proses perderakan polutan dari permukaan ke dalam airtanah.

Kerentanan airtanah terhadap pencemaran (*groundwater vulnerability to contamination*) berbeda dengan risiko pencemaran (*pollution risk*). Risiko pencemaran tidak hanya berdasarkan pada kerentanan airtanah yang bersifat statis tetapi juga pada sumber pencemaran yang bersifat dinamis. Sehingga dapat dikatakan bahwa risiko pencemaran airtanah bergantung pada dua faktor yaitu polutan serta kemampuan infiltrasi dan kemampuan mencapai zona jenuh air. Dengan demikian dapat dijelaskan bahwa suatu daerah yang mempunyai kerentanan tinggi terhadap pencemaran bisa saja tidak mempunyai risiko pencemaran airtanah karena di daerah tersebut tidak ada sumber pencemaran (Widyastuti, 2006).

2.4 Pendugaan Kerentanan Airtanah dengan Metode DRASTIC

Menurut Zaporosec (1994) dalam Widyastuti (2006), ada banyak metode yang digunakan dalam analisis kerentanan airtanah terhadap pencemaran, meliputi metode HCS (hydrological complex and setting method), metode system parametric (parametric system method) yang terdiri dari metode MS (matrix systems), RS (rating systems), dan PCSM (point count system models), serta model hubungan analogi dan numerik (analogical relations and numerical models).

DRASTIC merupakan metodologi untuk mengidentifikasi kerentanan airtanah terhadap pencemaran diperkenalkan oleh Aller, et al (1987). Metode DRASTIC dipakai untuk menyiapkan peta potensial pencemaran yang dapat digunakan sebagai alat pengontrol yang memastikan apakah suatu wilayah rentan atau tidak terhadap pencemaran (Chandrashekar, et.al. 2000).

Ketujuh variabel yang digunakan dalam metode DRASTIC merupakan gabungan dari faktor geologi, hidrologi, geomorfologi, dan meteorologi. DRASTIC merupakan salah satu teknik dari metode PCSM (*point count system models*) yang sering disebut sebagai metode pembobotan dan penilaian (*parameter weighting and rating method*). Dimana variabel - variabel dalam DRASTIC diberi bobot sesuai dengan kemampuan zat pencemar untuk mencapai akuifer. Penjumlahan semua variabel dari hasil perkalian antara nilai dan bobot setiap variabel, merupakan nilai akhir yang menunjukkan tingkatan (kelas) kerentanan airtanah terhadap pencemaran. Metode DRASTIC memiliki empat asumsi meliputi, 1) Zat pencemar masuk dari permukaan tanah; 2) Zat pencemar terbilas ke dalam airtanah oleh air hujan; 3) zat pencemar bergerak di dalam air; 4) luas area yang akan dievaluasi dengan metode DRASTIC adalah 40 ha atau lebih.

Teknik pengolahan dan analisis data tersebut dilakukan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan software Arc. View. Setiap variabel DRASTIC yang telah diberi bobot dan nilai, dipetakan dan dilakukan teknik tumpang susun (*overlay*). Sehingga dihasilkan peta kerentanan airtanah statis (tumpang susun semua peta variabel DRASTIC) dan peta kerentanan airtanah dinamis (tumpang susun peta kerentanan airtanah statis dengan penggunaan tanah).

2.5 Variabel Dalam Metode DRASTIC

Metode DRASTIC menggunakan tujuh variabel dalam penentuan tingkat kerentanan airtanah terhadap pencemaran. Variabel-variabel tersebut meliputi:

2.5.1 Kedalaman Untuk Mencapai Muka Airtanah

Muka airtanah (*water table*) merupakan permukaan di bawah tanah di mana semua pori ruang terisi oleh air dan udara. Muka airtanah dapat digunakan sebagai

acuan untuk melihat pengaruh pencemaran, karena semakin dangkal kedalaman untuk mencapai muka airtanah, maka akan semakin rentan terhadap pencemaran. Kedalaman muka airtanah dalam penelitian ini adalah kedalaman untuk mencapai air yang terkandung di dalam akuifer tak tertekan. Kedalaman muka airtanah mencerminkan kedalaman material yang harus dilalui zat pencemar sebelum mencapai akuifer. Selain itu kedalaman muka airtanah dapat mencerminkan waktu yang diperlukan sumber pencemar selama kontak dengan media sekitarnya terjadi (Aller, et al. 1987). Untuk mengetahui kedalaman muka airtanah dilakukan survei lapangan, dengan mengukur jarak antara permukaan tanah hingga mencapai muka airtanah.

2.5.2 Curah Hujan

Sumber airtanah pada dasarnya berasal dari air hujan yang meresap ke dalam permukaan tanah dan terkumpul menjadi muka airtanah (*water table*). Jumlah air yang meresap ke dalam tanah dipengaruhi oleh kondisi fisik tanah dan lama hujan. Intensitas hujan mengindikasikan jumlah air dalam suatu area tanah, yang menembus dan mencapai muka airtanah. Curah hujan berperan dalam mengangkut zat pencemar secara vertikal hingga mencapai muka airtanah dan secara horizontal mengangkut zat pencemar pada media akuifer. Intensitas hujan yang semakin besar akan semakin meningkatkan potensi terhadap pencemaran airtanah (Aller, et al. 1987).

2.5.3 Media Akuifer

Akuifer adalah suatu stratum geologi yang mampu menyimpan dan memberikan airtanah dalam jumlah yang cukup (Todd, 1980). Akuifer terbentuk sebagai lapisan yang relatif homogen dan mempunyai aspek geometri yang sederhana. Pembentukan akuifer melalui proses yang berlangsung sangat lama, seiring dengan proses geologis yang menyusun dan membentuk morfologi suatu daerah. Maka genesis (proses masa lampau) dan karakteristik batuan penyusun suatu daerah sangat berpengaruh terhadap proses pembentukan akuifer dan tipe akuifer yang terbentuk. Kondisi akuifer sangat berpengaruh terhadap karakteristik airtanah yang dikandungnya.

Material batuan pembentuk akuifer atau formasi geologi yang dapat berfungsi sebagai akuifer adalah endapan aluvial, batugamping, batuan vulkanik, batu pasir, batuan beku, dan batuan malihan. Pada endapan aluvial, hampir 90% airtanah terdapat pada material lepas, yaitu kerikil dan pasir. Akuifer ini berdasarkan cara terbentuknya dapat dibedakan dalam empat kategori, yaitu jalur air, lembah yang terkubur, dataran, lembah diantara pegunungan. Batugamping mempunyai variasi yang besar dalam densitas, kesarangan, dan kelulusan. Variasi ini tergantung dari derajat pemampatan dan perkembangan rekahan pada saat pembentukannya. Batuan vulkanik mempunyai sifat dapat membentuk suatu akuifer dengan kelulusan tinggi, karena karakteristik dari batuan ini berpori-pori dan mempunyai banyak retakan. Batu pasir dan konglomerat merupakan batuan yang terbentuk dari kerikil dan pasir yang tersemem, bila keduanya mempunyai banyak retakan akan diperoleh hasil air baik, sedangkan pada batuan beku dan batuan malihan merupakan jenis batuan yang relatif kedap air dan bukanlah akuifer yang baik (Todd, 1980).

Media akuifer mencerminkan karakteristik material penyusun akuifer dalam menunjang pergerakan zat pencemar. Pada akuifer perantara yang masih terpengaruh material permukaan, dimungkinkan terjadinya kontak dengan zat pencemar. Butiran yang sangat besar, banyak terjadi retakan, akuifer mempunyai kontak langsung dengan luar, atau permeabilitasnya yang tinggi, maka akan semakin melemahkan kapasitas akuifer terhadap pencemaran (Dwinanto, 2007).

2.5.4 Tekstur Tanah

Tanah adalah lapisan yang paling aktif biologis dan garis pertama pertahanan melawan pencemaran airtanah, dan memberikan kontribusi signifikan terhadap redaman zat pencemar di permukaan. Zat pencemar tersebut termasuk nitrat dan mikroba organisme. Jenis tanah, ukuran butir dan ketebalan tanah berperan sebagai pembatas dalam proses redaman zat pencemar, yaitu filtrasi, biodegradasi, penyerapan, dan volatilisasi (Munga, et al. 2004).

Tekstur tanah adalah perbandingan kandungan partikel-partikel tanah primer berupa faksi liat, debu, dan pasir dalam suatu massa tanah. Media tanah dapat

diartikan sebagai bagian paling atas dari zona tak jenuh yang diidentifikasi dengan aktivitas biologi. Tanah secara signifikan mempengaruhi banyaknya air hujan yang meresap kedalam tanah. Butiran tanah yang kecil akan menekan potensi masuknya zat pencemar ke dalam tanah (Aller, et al. 1987). Pada penelitian ini media tanah diasumsikan sebagai zona di permukaan bumi yang masih terpengaruh oleh cuaca, yang rata-rata kedalamannya dua meter dari permukaan tanah.

2.5.5 Topografi (Lereng)

Topografi pada penelitian ini mengacu pada kelerengan permukaan. Topografi berperan dalam mengalirkan/melimpaskan zat pencemar atau menggenangi zat pencemar sehingga zat pencemar tersebut meresap ke dalam tanah. Semakin curam kemiringan semakin cepat limpasan dan potensi untuk mengurangi pencemaran airtanah. Selain itu, topografi secara signifikan mempengaruhi gradien dan arah aliran yang sering digunakan untuk menduga kondisi muka airtanah. Biasanya pada lereng yang lebih curam kecepatan airtanahnya semakin besar (Aller, et al. 1987). Pergerakan airtanah secara alami dipengaruhi oleh kondisi morfologi. Muka airtanah biasanya terbentuk mengikuti kontur bentang daratan di atas muka airtanah tersebut. Ketinggian dan tingkat kelerengan suatu wilayah mempengaruhi munculnya airtanah ke permukaan (Damayanti, 2002).

2.5.6 Media Zona Tak jenuh

Terdapatnya airtanah di bawah permukaan tanah dapat dibagi dalam zona jenuh dan zona tak jenuh. Dalam zona jenuh semua rongga terisi oleh air di bawah tekanan hidrostatis. Zona tak jenuh terdiri dari rongga – rongga yang berisi sebagian oleh air dan sebagian lainnya oleh udara. Zona tak jenuh terdapat di atas zona jenuh sampai ke permukaan tanah. Sebelah atas zona jenuh dibatasi oleh permukaan jenuh/lapisan kedap air sampai ke bawah yang merupakan lapisan kedap air, berupa tanah liat atau batuan dasar (bedrock) (Soemarto, CD., 1987)

Zona tak jenuh atau vadose zona berpengaruh terhadap redaman dari zat pencemar di dalam akuifer. Material di zona tak jenuh dalam akuifer bebas erat kaitannya dengan formasi geologi (Munga, et al. 2004). Menurut Charbeneau

(2003) dalam Dwinanto (2007), zona tak jenuh terbagi dalam 3 sub zona, meliputi:

1. Zona tanah lembab (*zone of soil moisture*) merupakan zona yang berbatasan langsung dengan permukaan tanah sampai batas zona perakaran.
2. Zona intermediate tak jenuh (*intermediate vadose zone*) merupakan zona yang dibatasi bagian dasar dari zona tanah lembab sampai pada bagian atas zona kapiler (*capillary zone*).
3. Zona kapiler (*capillary zone*) merupakan zona transisi dari zona intermediate yang mempunyai butiran kasar dan berangsur-angsur halus mendekati lumpur (*slit*) dan lempung (*clay*).

Zona tak jenuh dipisahkan dari zona jenuh oleh muka airtanah. Dimana bagian bawah dari muka airtanah terukur mempunyai tekanan yang positif, sedangkan bagian atasnya mempunyai tekanan yang negatif. Pengaruh zona tak jenuh diperoleh dari kondisi material di bawah kedalaman dua meter sampai mendekati muka airtanah.

2.5.7 Konduktivitas Hidraulik

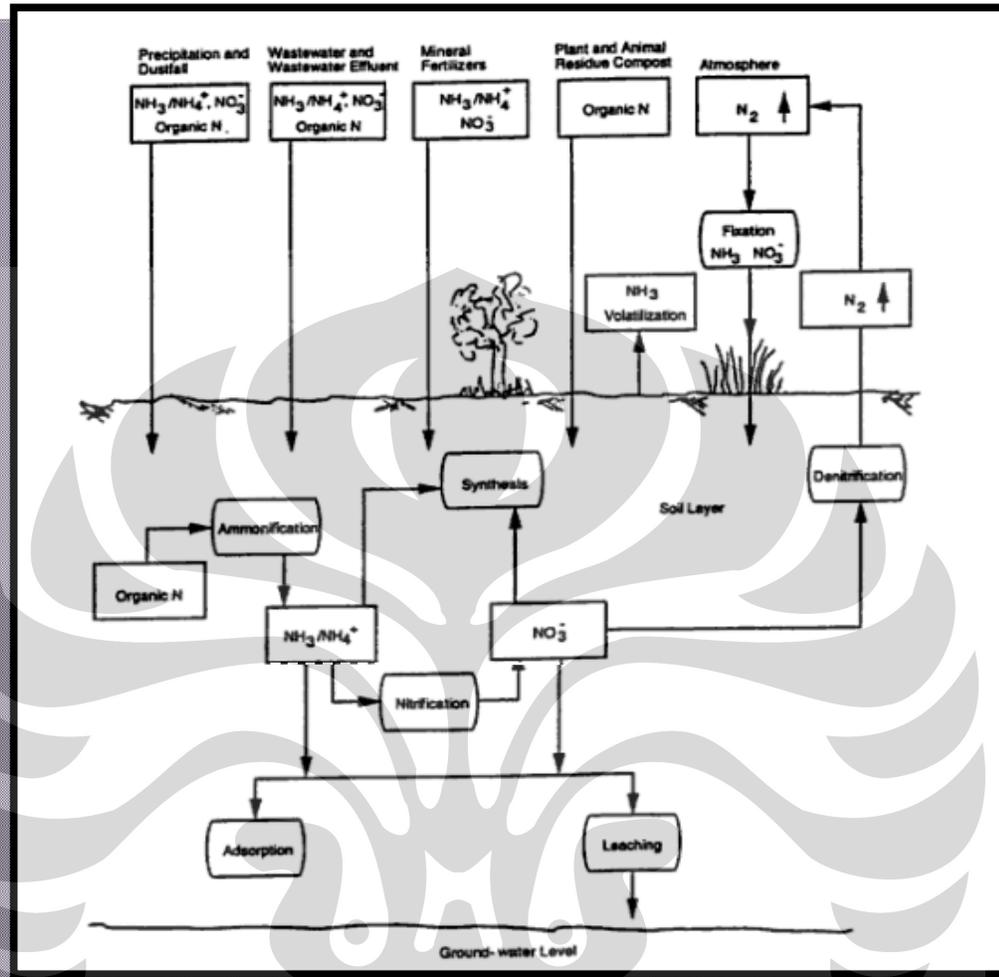
Konduktivitas hidraulik merupakan kemampuan dari material akuifer dalam meneruskan air, mengontrol kecepatan aliran airtanah yang mengalir dalam gradien kelerengan (Aller, et al. 1987). Konduktivitas hidraulik menentukan tingkat pergerakan zat pencemar, yang tergantung pada konektivitas antar rongga di dalam akuifer. Semakin tinggi konduktivitas, maka semakin tinggi kerentanan akuifer terhadap pencemaran (Munga, et al. 2004). Konduktivitas hidraulik pada tanah atau batuan bergantung pada keragaman faktor fisik yang meliputi, porositas, ukuran partikel, dan faktor lainnya. Materi clay memiliki nilai konduktivitas hidraulik yang rendah, sedangkan pasir dan kerikil memiliki nilai konduktivitas hidraulik yang tinggi (Todd, 1987). Konduktivitas hidraulik dihitung dengan menggunakan tes pompa (*pump test*). Namun, untuk konduktivitas daerah penelitian diperkirakan berdasarkan besar butiran material akuifer, karena terbatasnya data dari pemompaan tes.

2.6 Konsentrasi Nitrat Sebagai Nitrogen ($\text{NO}_3 - \text{N}$) dalam Airtanah Dangkal

Konsentrasi nitrat merupakan indikator adanya pencemaran air oleh bahan-bahan organik. Nitrat merupakan salah satu zat pencemar airtanah yang paling sering diidentifikasi. Nitrat (NO_3^-) adalah bentuk utama di mana terjadi nitrogen dalam airtanah, meskipun nitrogen terlarut juga dapat hadir sebagai nitrit (NO_2^-), amonium (NH_4^+), N_2O , dan nitrogen organik. Konsentrasi, bentuk dan perilaku nitrogen dalam air diatur oleh proses kimia dan biologi membentuk siklus nitrogen. Dalam siklus nitrogen, gas nitrogen di atmosfer diubah menjadi senyawa nitrogen organik oleh pemecah seperti gangga biru/hijau dan bakteri-bakteri seperti yang ada dalam bintil akar tanaman polong. Nitrogen dalam bentuk organik dan ammonium dapat diubah oleh bakteri dalam kondisi aerobik menjadi nitrit dan nitrat melalui suatu proses yang disebut nitrifikasi.

Konsentrasi nitrat dalam airtanah biasanya rendah tetapi dapat mencapai tingkat yang sangat tinggi akibat pencucian atau limpasan dari lahan pertanian ditambah dengan kontaminasi dari limbah manusia atau hewan. Kondisi konsentrasi nitrat relatif stabil dan sangat mudah bergerak di dalam air. Dalam akuifer terbatas, dimana kondisinya anaerobik, nitrat diubah menjadi gas nitrogen dengan denitrifikasi tapi nitrit atau ammonium bertahan (British Geological Survey, 2004). Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001, ambang batas konsentrasi nitrat dalam airtanah sesuai dengan kriteria baku mutu kelas I adalah sebesar 10 mg/l.

Konsentrasi nitrat yang tinggi dalam air minum dapat menyebabkan terganggunya sistem pencernaan manusia yang dapat mengakibatkan kanker pada lambung dan saluran pernapasan. Jika dalam makanan bayi terdapat kadar nitrat yang melebihi 1,0 mg/l maka dapat menyebabkan gejala bayi biru (blue baby) yang dapat terlihat dari berubahnya warna di daerah sekitar bibir dan bagian tubuh lainnya menjadi kebiruan, gejala ini dapat menyebabkan kematian. Kualitas air untuk perikanan akan menurun jika konsentrasi nitratnya melebihi 0,5 mg/l (Adams, 1999 dalam Ompusunggu, 2009).



[Sumber: Canter, LW. 1996]

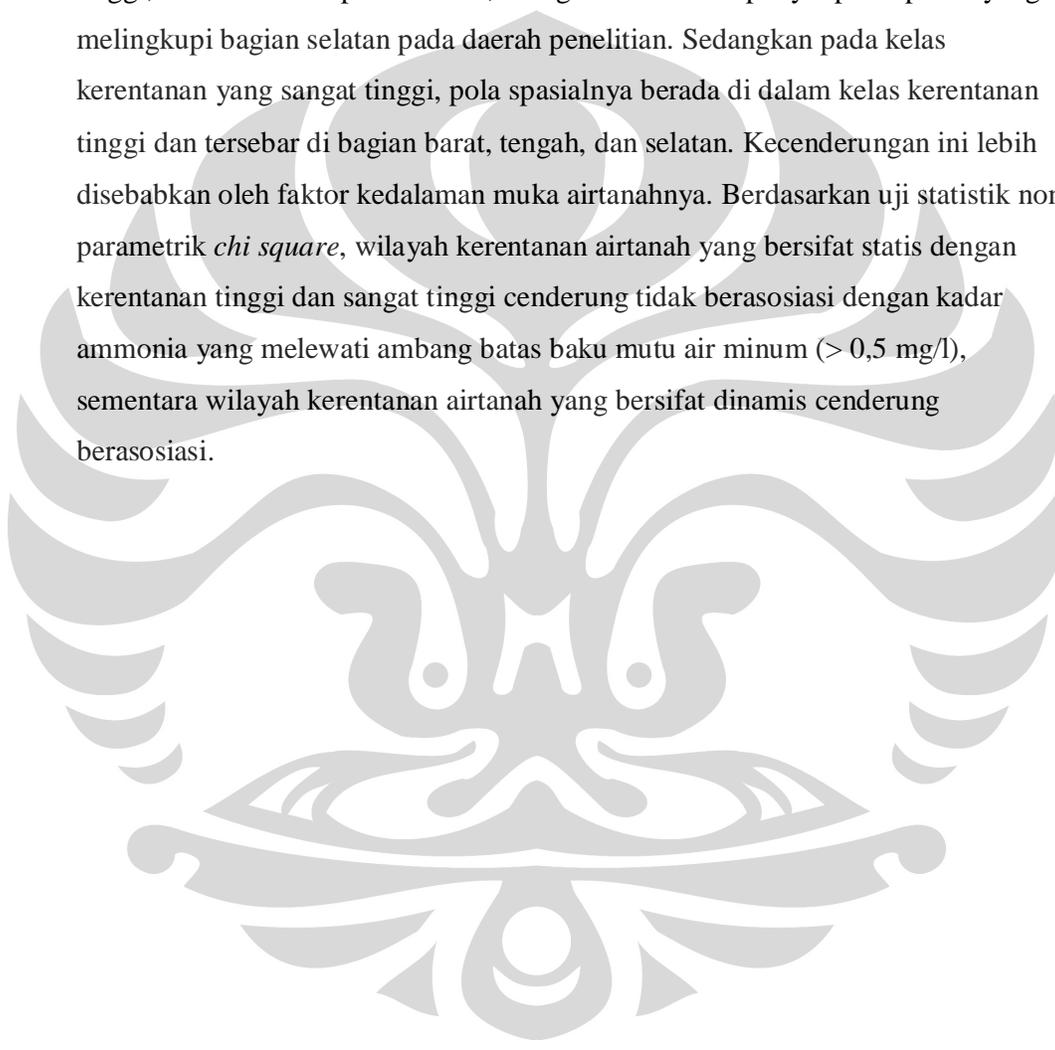
Gambar 1. Siklus Nitrogen Dalam Tanah Dan Airtanah

2.7 Penelitian Terdahulu

Widyastuti (2006), melakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan Metode DRASTIC untuk Memprediksi Kerentanan Airtanah Bebas Terhadap Pencemaran di Sleman”. Penelitian ini untuk mengetahui sebaran setiap variabel DRASTIC dan penggunaan tanah serta mengevaluasi tingkat kerentanan airtanah bebas terhadap pencemaran dengan menggunakan metode DRASTIC. Hasil penelitiannya menunjukkan keseluruhan airtanah bebas di daerah penelitian mempunyai kerentanan tinggi terhadap pencemar. Faktor yang mempengaruhi

tingginya tingkat kerentanan adalah kedalaman muka airtanah bebas, materi yang porus, dan penggunaan tanah.

Dwinanto, R (2007), dengan penelitian yang berjudul “Wilayah Kerentanan Airtanah di Kecamatan Sawangan” menjelaskan bahwa berdasarkan hasil metode DRASTIC pada daerah penelitian, wilayah kerentanan airtanah yang tinggi, baik statis maupun dinamis, sebagian besar mempunyai pola spasial yang melingkupi bagian selatan pada daerah penelitian. Sedangkan pada kelas kerentanan yang sangat tinggi, pola spasialnya berada di dalam kelas kerentanan tinggi dan tersebar di bagian barat, tengah, dan selatan. Kecenderungan ini lebih disebabkan oleh faktor kedalaman muka airtanahnya. Berdasarkan uji statistik non parametrik *chi square*, wilayah kerentanan airtanah yang bersifat statis dengan kerentanan tinggi dan sangat tinggi cenderung tidak berasosiasi dengan kadar ammonia yang melewati ambang batas baku mutu air minum ($> 0,5$ mg/l), sementara wilayah kerentanan airtanah yang bersifat dinamis cenderung berasosiasi.



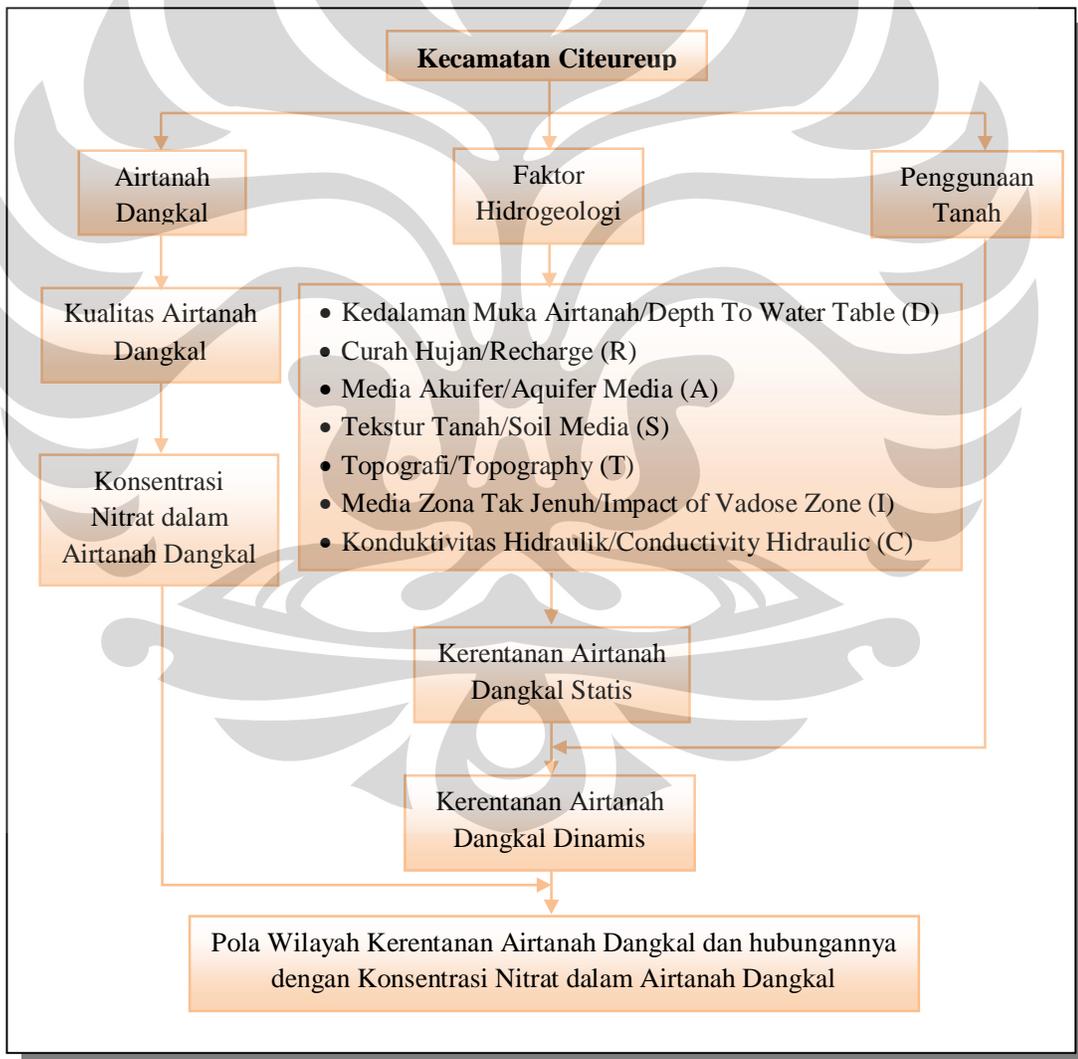
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Daerah Penelitian

Daerah penelitian adalah Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor yang secara geografis terletak di antara $106^{\circ}51'00''$ - $106^{\circ}56'24''$ Bujur Timur dan $6^{\circ}27'36''$ - $6^{\circ}34'12''$ Lintang Selatan. Kecamatan Citeureup terbagi dalam 14 desa.

3.2 Alur Pikir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alur Pikir Penelitian

Berdasarkan gambar diagram alur pikir tersebut, wilayah kerentanan airtanah dangkal statis dipengaruhi oleh tujuh faktor hidrogeologi yang termasuk dalam variabel DRASTIC, yaitu kedalaman untuk mencapai muka airtanah, curah hujan, media akuifer, tekstur tanah, topografi (lereng), media zona tak jenuh, serta konduktivitas hidraulik. Sedangkan wilayah kerentanan airtanah dangkal dinamis dipengaruhi oleh ketujuh variabel DRASTIC dan penggunaan tanah. Sementara itu, konsentrasi nitrat dalam airtanah dangkal sebagai salah satu polutan dalam airtanah dihubungkan dengan wilayah kerentanan airtanah dangkal untuk mengetahui hubungan diantara keduanya.

3.3 Variabel Penelitian

Untuk mengetahui wilayah kerentanan airtanah dangkal baik statis maupun dinamis, dilakukan pemberian bobot dan nilai pada tujuh variabel DRASTIC dan penggunaan tanah. Bobot dan nilai setiap variabel mengacu pada penelitian sebelumnya (Aller et.al (1987) dan Widyastuti (2006)). Besarnya bobot dan nilai yang diberikan menunjukkan besarnya kontribusi variabel terhadap kerentanan airtanah baik statis maupun dinamis. Variabel – variabel beserta nilai dan bobot yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Kedalaman untuk mencapai muka airtanah (*Depth to the water table (D)*) dalam penelitian ini adalah jarak antara permukaan tanah dengan muka airtanah yang diukur langsung dari sumur gali penduduk. Klasifikasi dan nilai kedalaman muka airtanah dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut;

Tabel 3.1. Nilai masing-masing klasifikasi kedalaman untuk mencapai muka airtanah dalam kerentanan airtanah dangkal terhadap pencemaran

No.	Klasifikasi Kedalaman Untuk Mencapai Muka Airtanah	Nilai
1.	0 -1,5 mdpt	10
2.	1,5 – 3 mdpt	9
3.	3 – 6 mdpt	7
4.	6 – 9 mdpt	5
5.	9 – 15 mdpt	3
Bobot Variabel Kedalaman untuk mencapai muka airtanah		5

[Sumber : Aller, et al (1987)]

- Curah hujan (*Recharge* (R)) dalam penelitian ini adalah rata-rata curah hujan tahunan daerah penelitian periode tahun 1995 – 2005. Klasifikasi dan nilai curah hujan dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut;

Tabel 3.2. Nilai masing-masing klasifikasi curah hujan dalam kerentanan airtanah dangkal terhadap pencemaran

No.	Klasifikasi Curah Hujan	Nilai
1.	0 – 1.500	2
2.	1.500 – 2.000	4
3.	2.000 – 2.500	6
4.	2.500 – 3.000	8
Bobot Variabel Curah Hujan		4

[Sumber : Widyastuti (2006)]

- Media akuifer (*Aquifer media* (A)) dalam penelitian ini adalah karakteristik material penyusun akuifer dalam menunjang pergerakan zat pencemar yang diperoleh dari data komposisi batuan penyusun berdasarkan peta hidrogeologi daerah penelitian. Klasifikasi dan nilai media akuifer dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut;

Tabel 3.3 Nilai masing-masing tipe media akuifer dalam kerentanan airtanah dangkal terhadap pencemaran

No.	Tipe Media Akuifer	Nilai
1.	Batupasir tipis, <i>shale</i> , batugamping	2
2.	Batugamping	4
3.	Basal	6
4.	Pasir dan Kerikil	8
Bobot Variabel Media Akuifer		3

[Sumber Widyastuti (2006) telah dimodifikasi]

- Tekstur tanah (*Soil media* (S)) dalam penelitian ini adalah perbandingan konsentrasi partikel – partikel primer tanah yang mempengaruhi masuknya

zat pencemar ke dalam tanah, yang diperoleh dari peta jenis tanah.
Klasifikasi dan nilai tekstur tanah dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut;

Tabel 3.4 Nilai masing-masing tipe tekstur tanah dalam kerentanan airtanah dangkal terhadap pencemaran

No.	Tipe Tekstur Tanah	Nilai
1.	Sedang	6
2.	Kasar	9
Bobot Variabel Tekstur Tanah		2

[Sumber : Widyastuti (2006) telah dimodifikasi]

- Topografi (*Topography* (T)), dalam penelitian ini mengacu pada kelerengan permukaan tanah yang berperan dalam mengalirkan atau mengendapkan zat pencemar ke dalam airtanah. Klasifikasi dan nilai kelerengan dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut;

Tabel 3.5 Nilai masing-masing klasifikasi lereng dalam kerentanan airtanah dangkal terhadap pencemaran

No.	Klasifikasi Lereng	Nilai
1.	0-2 %	10
2.	2-6 %	9
3.	6-12 %	5
4.	12-18%	3
5.	>18%	1
Bobot Variabel Lereng		1

[Sumber : Aller, et al (1987)]

- Media zona tak jenuh (*Impact of vadose zone* (I)), dalam penelitian ini diperoleh kondisi material bawah tanah pada kedalaman 2 m sampai mendekati muka airtanah yang diperoleh dari data geologi daerah penelitian. Klasifikasi dan nilai media zona tak jenuh dapat dilihat pada Tabel 3.6 berikut;

Tabel 3.6. Nilai masing-masing tipe media zona tak jenuh dalam kerentanan airtanah dangkal terhadap pencemaran

No.	Tipe Media Zona Tak Jenuh	Nilai
1.	Lanau/ lempung	3
2.	Lempung pasir	6
Bobot Variabel Media Zona Tak Jenuh		5

[Sumber : Widyastuti (2006) telah dimodifikasi]

7. Konduktivitas hidraulik (*Conductivity (C)*), dalam penelitian ini merupakan kemampuan material akuifer dalam meneruskan air, diperkirakan berdasarkan butiran material akuifer yang diperoleh dari data hidrogeologi daerah penelitian. Klasifikasi dan nilai konduktivitas hidraulik dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut;

Tabel 3.7 Nilai masing-masing klasifikasi konduktivitas hidraulik dalam kerentanan airtanah dangkal terhadap pencemaran

No.	Klasifikasi Konduktivitas Hidraulik (m/hari)	Nilai
1.	0 – 0,86	2
2.	0,86 – 8,64	6
3.	> 8,64	8
Bobot Variabel Konduktivitas Hidraulik		3

[Sumber : Widyastuti (2006) telah dimodifikasi]

8. Penggunaan tanah (*Landuse (LU)*), dalam penelitian ini meliputi lahan kosong/tak terolah, tegalan, hutan, kebun/perkebunan, persawahan, industri, dan permukiman. Klasifikasi dan nilai penggunaan tanah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.8 berikut;

Tabel 3.8 Nilai masing-masing jenis penggunaan tanah

No.	Jenis Penggunaan Tanah	Nilai
1.	Lahan Kosong/Tak Terolah	2
2.	Hutan	2
3.	Tegalan	4
4.	Kebun/Perkebunan	4
5.	Persawahan	6
6.	Industri	6
7.	Permukiman	8
Bobot Penggunaan tanah		4

[Sumber: Widyastuti (2006) telah dimodifikasi]

9. Konsentrasi nitrat dalam airtanah dalam penelitian ini merupakan besarnya konsentrasi nitrat yang terkandung dalam sampel airtanah yang diperoleh dari hasil uji laboratorium.

3.4 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari data sekunder dan data primer. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi – instansi pemerintah, seperti Bakosurtanal, Balai Penelitian Tanah Kota Bogor, Dinas Bina Marga dan Pengairan Kabupaten Bogor, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor, serta Direktorat Geologi Tata Lingkungan Bandung. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, curah hujan, media akuifer, tekstur tanah, topografi (lereng), media zona tak jenuh, konduktivitas hidraulik, serta penggunaan tanah. Sedangkan data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil pengukuran survei lapang. Data primer yang dikumpulkan meliputi, data kedalaman untuk mencapai muka airtanah dan data konsentrasi nitrat dalam airtanah.

1. Data kedalaman untuk mencapai muka airtanah diperoleh dari hasil pengukuran survei lapang. Pengukuran jarak antara permukaan tanah hingga mencapai muka airtanah menggunakan meteran dengan ketelitian 1 centimeter. Jumlah titik sampel yang diukur yaitu sebanyak 42 titik sumur gali milik penduduk.

2. Data curah hujan tahunan 29 stasiun curah hujan di Kabupaten Bogor periode tahun 1995 – 2005, yang bersumber dari Dinas Bina Marga dan Pengairan Kabupaten Bogor.
3. Data media akuifer, media zona tak jenuh dan konduktivitas hidraulik diperoleh dari peta geologi, peta geologi teknik, dan peta hidrogeologi lembar Bogor Skala 1 : 100.000 yang bersumber dari Direktorat Geologi Tata Lingkungan Bandung tahun 1995.
4. Data tekstur tanah diperoleh dari data jenis tanah yang bersumber dari Peta Tanah Kabupaten Bogor tahun 1990 skala 1 : 100.000 keluaran Balai Penelitian Tanah, Kota Bogor.
5. Data kontur diperoleh dari Peta Rupabumi Indonesia keluaran Bakosurtanal, skala 1 : 25.000 lembar 1209-143, 1209-144, 1209-421, dan 1209-422.
6. Nilai konsentrasi nitrat dalam airtanah diperoleh dari pengujian sampel di laboratorium. Sampel airtanah diambil langsung di lapangan yang berasal dari 42 titik sumur gali milik penduduk. Uji laboratorium untuk mengetahui nilai konsentrasi nitrat dilakukan dengan menggunakan *multiparameter bench photometers Ion Specific Meter HI 93728* merk *Hanna Instrument*. Metode alat tersebut adalah adaptasi dari metode reduksi cadmium. Reaksi antara nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) dengan reagen akan menghasilkan warna kuning sawo pada air sampel. Semakin kecoklatan warna pada air sampel, maka konsentrasi nitratnya semakin besar.
7. Pada penelitian ini jumlah titik sampel yaitu 42 titik sampel. Penentuan lokasi titik sampel yaitu pada daerah permukiman, dengan mempertimbangkan bentuk medan dan jaringan jalan, sehingga titik sampel dapat/mudah untuk dijangkau. Pengambilan sampel di setiap lokasi dilakukan sebanyak dua kali dalam dua sampai tiga hari berturut-turut (lihat Peta 1).

3.5 Pengolahan Data

Data – data yang telah dikumpulkan, baik data spasial maupun data tabular, diolah dengan Sistem Informasi Geografi (SIG) yang menggunakan *software Arc View*

3.3. Pengolahan data sekunder dan data primer dihasilkan:

- a. Peta kedalaman untuk mencapai muka airtanah, yang diperoleh dari interpolasi hasil pengukuran kedalaman untuk mencapai muka airtanah di lapangan dengan menggunakan *Extension 3D Analyst* dengan memperhatikan jaringan sungai, wilayah lereng, dan ketinggian.
- b. Peta curah hujan yang diperoleh dengan mengolah data curah hujan tahunan periode tahun 1995 – 2005 dengan menggunakan *Extension 3D Analyst* dengan metode *Spline* pada menu *create contour*.
- c. Peta sebaran konsentrasi nitrat dalam airtanah dangkal yang diperoleh dari hasil uji laboratorium sampel airtanah yang diklasifikasi dalam lima kelas konsentrasi nitrat.
- d. Peta Lereng yang diperoleh dengan mengolah data kontur dengan menggunakan *Extension 3D Analyst* pada menu *derive slope*.
- e. Wilayah kerentanan airtanah dangkal terhadap pencemaran baik statis maupun dinamis ditentukan dengan metode PSCM (*Point Count System Model*), yaitu dengan pemberian nilai dan bobot pada setiap variabel DRASTIC dan penggunaan lahan. Untuk menentukan kerentanan airtanah dangkal statis perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus Indeks DRASTIC, yaitu:

$$\text{Indeks DRASTIC} = D_w D_r + R_w R_r + A_w A_r + S_w S_r + T_w T_r + I_w I_r + C_w C_r \quad (3.1)$$

Keterangan:

D : kedalaman muka airtanah

R : curah hujan

A : media akuifer

S : tekstur tanah

T : Topografi (lereng)
I : media zona tak jenuh
C : konduktivitas hidraulik
 w : bobot setiap variabel
 r : nilai setiap variabel

Wilayah kerentanan airtanah dangkal statis diklasifikasikan sesuai dengan rentang nilai indeks DRASTIC tertinggi dikurangkan nilai indeks DRASTIC terendah dan dibagi jumlah kelas, sehingga wilayah kerentanan airtanah dangkal statis terbagi dalam lima kelas kerentanan yaitu kerentanan sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

Kemudian untuk penilaian kerentanan airtanah dangkal dinamis dilakukan penjumlahan Indeks DRASTIC dengan hasil perkalian antara bobot (w) dan nilai (r) penggunaan tanah, yang dirumuskan sebagai Indeks Kerentanan, yaitu :

$$\text{Indeks Kerentanan} = \text{Indeks DRASTIC} + Lu_w Lu_r \quad (3.2)$$

Keterangan: Lu_w : bobot penggunaan tanah
 Lu_r : nilai penggunaan tanah

Klasifikasi wilayah kerentanan airtanah dangkal dinamis sesuai dengan rentang nilai indeks kerentanan tertinggi dikurangkan nilai indeks kerentanan terendah dan dibagi jumlah kelas, sehingga wilayah kerentanan airtanah dangkal dinamis terbagi dalam lima kelas kerentanan yaitu kerentanan sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

- f. Peta kerentanan airtanah dangkal statis terhadap pencemaran diperoleh dengan melakukan teknik tumpang susun (*overlay*) pada semua variabel DRASTIC. Sedangkan, peta kerentanan airtanah dangkal dinamis diperoleh dengan melakukan teknik tumpang susun (*overlay*) antara peta kerentanan airtanah dangkal statis dengan peta penggunaan tanah.

- g. Peta konsentrasi nitrat berdasarkan kerentanan airtanah dangkal statis diperoleh dari hasil tumpang susun (*overlay*) antara peta konsentrasi nitrat dengan peta kerentanan airtanah statis.
- h. Peta konsentrasi nitrat berdasarkan kerentanan airtanah dangkal dinamis diperoleh dari hasil tumpang susun (*overlay*) antara peta konsentrasi nitrat dengan peta kerentanan airtanah dinamis.

3.6 Analisis

Untuk menjawab pertanyaan masalah “Bagaimana pola wilayah kerentanan airtanah dangkal statis dan dinamis terhadap pencemaran di Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor?” dalam penelitian ini digunakan analisis deskriptif. Sementara untuk menjawab pertanyaan “Bagaimana hubungan antara wilayah kerentanan airtanah dangkal statis dan dinamis terhadap pencemaran dengan konsentrasi nitrat dalam airtanah dangkal di Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor?” maka dilakukan analisis kuantitatif dengan menggunakan metode statistik *chi square*.

3.6.1 *Chi Square* tiga sampel

Menurut Tika (2005, 94) pengujian *chi square* tiga sampel ini dilakukan untuk menguji sampel yang diambil lebih dari dua kategori seperti sampel A, B, dan C. demikian pula variabel lainnya mengandung beberapa kategori seperti tinggi, sedang, dan rendah. Langkah – langkah pengujiannya adalah sebagai berikut;

- a. Tentukan hipotesis

H_0 = tidak ada perbedaan pengaruh variabel satu terhadap variabel lainnya.

H_a = ada perbedaan pengaruh variabel satu terhadap variabel lainnya.

- b. Tentukan taraf signifikansi

Contoh α 1% atau 5% dengan $dk = (b - 1)(k - 1)$

$\chi^2_{\alpha} (b - 1)(k - 1)$

Keterangan:

b = baris

k = kolom

Gunakan tabel nilai *chi square*

c. Tentukan kriteria pengujian

Ho diterima dan Ha ditolak bila $\chi_h^2 \leq \chi_t^2 \alpha$

Ho ditolak dan Ha diterima bila $\chi_h^2 > \chi_t^2 \alpha$

d. Tentukan uji statistik

$$\chi_h^2 = \frac{f_o \times f_h}{f_h} \quad (3.3)$$

$$f_h = \frac{(n_i)(n_j)}{n} = \frac{\text{total baris} \times \text{total kolom}}{\text{total pengamatan}} \quad (3.4)$$

Keterangan :

f_o : frekuensi pengamatan

f_h : frekuensi harapan

BAB 4

GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN

4.1 Letak dan Luas Daerah Penelitian

Kecamatan Citeureup merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Bogor, yang secara geografis terletak di antara 106⁰51'00" - 106⁰56'24" Bujur Timur dan 6⁰27'36" – 6⁰34'12" Lintang Selatan. Kecamatan Citeureup secara administratif berbatasan langsung dengan (lihat Peta 1);

- a. Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Gunung Putri
- b. Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Cibinong dan Kecamatan Babakan Mandang
- c. Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Klapanunggal dan Kecamatan Sukamakmur
- d. Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Babakan Mandang.

Luas Kecamatan Citeureup yaitu seluas 6885, 28 Ha atau 68,85 km². Kecamatan Citeureup terbagi dalam 14 desa yaitu, Desa Puspasari, Desa Puspanegara, Desa Citeureup, Desa Karangasem Barat, Desa Karangasem Timur, Desa Sanja, Desa Tarikolot, Desa Gunung Sari, Desa Pasirmukti, Desa Leuwikutug, Desa Sukahati, Desa Tangkil, Desa Hambalang, dan Desa Tajur.

4.2 Kondisi Morfologi

4.2.1 Ketinggian

Berdasarkan garis kontur pada Peta Rupabumi Indonesia skala 1 : 25.000 lembar 1209-143, 1209-144, 1209-421, dan 1209-422, ketinggian Kecamatan Citeureup berkisar antara 100 hingga 600 mdpl. Ketinggian Kecamatan Citeureup semakin bertambah ke bagian selatan hingga mencapai titik tertinggi di puncak Gunung Hambalang yang memiliki ketinggian 625 mdpl (lihat Peta 2).

- a. Wilayah ketinggian < 200 mdpl berada di bagian utara Kecamatan Citeureup, yang meliputi Desa Puspasari, Desa Puspanegara, Desa Citeureup, Desa Karangasem Barat, Desa Karangasem Timur, Desa Sanja, Desa Tarikolot, Desa Sukahati, Desa Pasir Mukti. Wilayah ketinggian ini merupakan wilayah ketinggian terluas dengan luas 33,26 km² atau 48,3% dari luas Kecamatan Citeureup.
- b. Wilayah ketinggian 200 – 400 mdpl berada di bagian tengah Kecamatan Citeureup yaitu di Desa Tangkil, Desa Hambalang, dan Desa Tajur dengan luas 30,8 km² atau 44,7% dari luas Kecamatan Citeureup secara keseluruhan.
- c. Wilayah ketinggian 400 - 600 mdpl berada di bagian selatan Kecamatan Citeureup yaitu di Desa Hambalang dengan titik tertinggi di puncak Gunung Hambalang. Wilayah ketinggian ini merupakan wilayah dengan luas terkecil yaitu 4,5 km² atau 6,5% dari luas keseluruhan Kecamatan Citeureup.

4.2.2 Lereng

Klasifikasi lereng pada Kecamatan Citeureup dibagi kedalam enam kelas, sesuai dengan klasifikasi Aller, *et. al* (1987). Keenam kelas tersebut yaitu wilayah lereng 0 – 2 %, 2 – 6 %, 6 – 12 %, 12 – 18 %, dan >18 %. Persebaran wilayah lereng yang terdapat di Kecamatan Citeureup (lihat Peta 3), adalah sebagai berikut

- a. Wilayah lereng 0 - 2 % dengan proporsi luasan 30,41 % dari luas Kecamatan Citeureup atau 20,94 km². Wilayah lereng 0 – 2 % tersebar di bagian utara Kecamatan Citeureup.
- b. Wilayah lereng 2 – 6 % dengan luas wilayah sebesar 18,81 km² atau % dari luas keseluruhan Kecamatan Citeureup. Wilayah lereng ini tersebar di bagian utara dan tengah Kecamatan Citeureup.
- c. Wilayah lereng 6 – 12 % dengan wilayah terluas di Kecamatan Citeureup, dengan luas 21,97 km² atau 31,9 % dari luas Kecamatan Citeureup secara

keseluruhan. Wilayah lereng ini tersebar di bagian selatan Kecamatan Citeureup.

- d. Wilayah lereng 12- 18 % dengan luas 6,20 km² atau 9 % dari luas keseluruhan Kecamatan Citeureup, terdapat di bagian selatan Kecamatan Citeureup.
- e. Wilayah lereng > 18% dengan wilayah terkecil di Kecamatan Citeureup, dengan luas 0,90 km² atau 1,30 % dari luas daerah penelitian. Wilayah ini dapat dijumpai di sekitar Gunung Hambalang di Desa Hambalang.

4.3 Kondisi Geologi

Berdasarkan jenis batuan penyusunnya, kondisi geologi Kecamatan Citeureup dibedakan dalam tiga wilayah (lihat Peta 4), yaitu sebagai berikut

a. Wilayah Endapan Permukaan

Kelompok jenis batuan ini berada di bagian utara Kecamatan Citeureup dengan luas wilayah sebesar 26,11 km². Wilayah endapan permukaan tersebar di sebelah utara daerah penelitian. Satuan batuan penyusunnya yaitu;

1. Aluvium (Qa) berupa lempung, lanau, kerikil, kerakal dan bongkahan. Satuan batuan ini merupakan endapan yang meliputi endapan pantai sekarang, endapan rawa, dan endapan sungai muda, terutama endapan sungai sekarang.
2. Endapan Dataran Banjir (Qaf), terdiri dari bahan-bahan yang diangkut oleh sungai dan diendapkan di lembah sehingga terbentuk lapisan - lapisan endapan.
3. Kipas Aluvium (Qav) terdiri dari lanau, batupasir, kerikil dan kerakal dari batuan gunung api Kuarter, diendapkan kembali sebagai kipas aluvium. Jenis batuan ini merupakan akuifer yang sangat baik, karena sifatnya sangat porous sehingga memiliki produktifitas akuifer yang tinggi.

b. Wilayah Batuan Gunungapi Gunung Gede,

Kelompok jenis batuan ini berada di bagian selatan Kecamatan Citeureup yaitu di Desa Hambalang dengan luas terkecil yaitu 3,09 km². Satuan batuan penyusunnya yaitu, Breksi dan Lava Gunung Kencana dan Gunung Limo (Qvk), berupa bongkahan andesit dan breksi andesit dengan banyak sekali fenokris piroksen dan lava basal. Wilayah batuan ini terdapat di sebagian kecil Desa Tangkil dan Hambalang.

c. Wilayah Batuan Sedimen

Kelompok jenis batuan sedimen ini berada di bagian timur laut dan selatan Kecamatan Citeureup dengan luas terbesar yaitu 39,6 km². Batuan penyusunnya meliputi;

1. Formasi Jatiluhur (Tmj) tersusun oleh napal dan serpih lempungan, dan sisipan batupasir kuarsa, bertambah batulempung gampingan bersisipan batugamping pasir ke arah timur. Bagian atas formasi ini menjemari dengan Formasi Klapanunggal, dan berumur Miosen Awal. Satuan batuan ini umumnya mempunyai kelulusan yang rendah bahkan bersifat kedap air, tetapi pada beberapa lapisan batupasir masih dapat meresapkan air, karena adanya proses lipatan. Wilayah Formasi Jatiluhur merupakan wilayah jenis batuan dengan luas terbesar yang terdapat di sebagian bagian selatan Kecamatan Citeureup yaitu di Desa Tangkil, Tajur dan Hambalang.
2. Formasi Klapanunggal (Tmk), terutama batu gamping terumbu tebal dan padat mengandung foraminifera besar dan fosil-fosil lainnya termasuk moluska dan achinodermata. Umur satuan ini diduga setara dengan Formasi Lengkong dan Bojonglopang di Lajur Pegunungan Selatan yakni Miosen Awal. Batugamping pada formasi ini berselang-seling dengan Formasi Jatiluhur, di bagian timur formasi ini ketebalannya dapat mencapai kira-kira 500 m. Formasi ini terdapat di sebelah utara daerah penelitian yaitu di Desa Citeureup.

4.4 Jenis Tanah

Kecamatan Citeureup memiliki dua jenis tanah yaitu asosiasi latosol dan kompleks latosol dan litosol. Kedua jenis tanah tersebut memiliki tekstur dan permeabilitas yang berbeda – beda. Persebaran kedua jenis tanah seperti diperlihatkan pada Peta 5, adalah sebagai berikut

a. Asosiasi Latosol

Tekstur jenis tanah ini liat, berwarna merah, dengan permeabilitas cepat, sehingga mudah meresap air. Daya menahan air cukup baik, kepekaan terhadap erosi kecil. Strukturnya remah hingga gumpal lemah dan konsistensinya gembur. Di Kecamatan Citeureup luas wilayah dengan jenis tanah latosol yaitu 20 km² atau 30 % dari luas Kecamatan Citeureup. Jenis tanah latosol tersebar di bagian utara Kecamatan Citeureup yang meliputi Desa Puspasari, Desa Puspanegara, Desa Citeureup, Desa Gunung Sari, Desa Karangasem Barat, Desa Tarikolot, Desa Leuwinutug, dan sebagian Desa Sanja.

b. Kompleks Latosol dan Litosol

Pada jenis tanah ini solum tanah tidak ada atau sangat dangkal (kurang dari 0,5 meter), merupakan bahan induk dengan pecahan-pecahan batuan yang melapuk, dan di bagian bawah terdapat batuan induk pejal. Teksturnya kasar, berpasir, atau berkerikil dan tidak mempunyai struktur, kepekaan terhadap erosi besar. Jenis tanah litosol merupakan wilayah terluas di Kecamatan Citeureup yaitu 48 km² atau 70 % dari luas Kecamatan Citeureup secara keseluruhan. Jenis tanah ini terdapat di Desa Karangasem Timur, Desa Sukahati, Desa Tangkil, Desa Hambalang, Desa Tajur, dan Desa Pasir Mukti.

4.5 Kondisi Hidrologi

4.5.1 Curah Hujan

Berdasarkan pengolahan data curah hujan tahunan 29 stasiun curah hujan di Kabupaten Bogor yang diperoleh dari Dinas Bina Marga dan Pengairan Kab. Bogor, Kecamatan Citeureup terbagi dalam 4 wilayah curah hujan, yaitu sebagai berikut (lihat Peta 6);

- a. Wilayah curah hujan < 1.500 mm/tahun, merupakan wilayah curah hujan dengan luas terkecil yaitu $9,87 \text{ km}^2$ atau $14,23 \%$ dari luas keseluruhan Kecamatan Citeureup. Wilayah curah hujan $0 - 1.500$ mm/th terdapat di bagian utara Kecamatan Citeureup, meliputi Desa Karangasem Barat, Desa Puspasari, Desa Puspanegara, dan Desa Citeureup.
- b. Wilayah curah hujan $1.500 - 2.000$ mm/tahun, wilayah dengan total luas sebesar $17,66 \text{ km}^2$ atau $25,64 \%$ dari luas Kecamatan Citeureup. Wilayah ini dapat dijumpai pada Desa Leuwinutug, Desa Sanja, Desa Karangasem Timur, Desa Tarikolot, Desa Gunung Sari, dan Desa Pasirmukti.
- c. Wilayah curah hujan $2.000 - 2.500$ mm/tahun, merupakan wilayah curah hujan dengan proporsi luasan terbesar di Kecamatan Citeureup, yaitu sebesar $35,78\%$ atau $24,64$ ha. Wilayah curah hujan $2.000 - 2.500$ mm/tahun dapat dijumpai pada Desa Tangkil, Desa Sukahati, Desa Hambalang, dan Desa Tajur.
- d. Wilayah curah hujan $2.500 - 3.000$ mm/tahun, wilayah dengan luas sebesar $16,68 \text{ km}^2$ atau $24,22 \%$ dari luas total Kecamatan Citeureup. Wilayah curah hujan ini dapat dijumpai pada bagian selatan Kecamatan Citeureup yang meliputi bagian selatan Desa Hambalang dan Desa Tajur.

4.5.2 Jaringan Sungai

Kecamatan Citeureup dialiri oleh tiga sungai utama yaitu Ci Keas yang berada di bagian barat, Ci Teureup yang berada di bagian tengah, dan Ci Leungsi yang berada di bagian timur (lihat Peta 7). Ci Keas merupakan batas administratif Kecamatan Citeureup dengan Kecamatan Cibinong, sedangkan Ci Leungsi merupakan batas administratif Kecamatan Citeureup dengan Kecamatan Klapanunggal dan Kecamatan Sukamakmur.

Selain tiga sungai utama tersebut, terdapat pula anak sungai yang mengalir di Kecamatan Citeureup antara lain, Ci Baran, Ci Jere, Ci Badak, Ci Herang, Ci Cadas, dan Ci Baren. Pada umumnya sungai – sungai di Kecamatan Citeureup mengalir ke arah utara.

4.5.3 Sumber Mata Air

Selain mengandalkan air yang berasal dari sumur gali dan air permukaan (sungai), penduduk di Kecamatan Citeureup juga mengandalkan sumber mata air untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Penduduk memanfaatkan sumber mata air dengan membuat saluran sederhana menggunakan selang - selang penghubung dari sumber mata air ke rumah penduduk. Kecamatan Citeureup memiliki 43 sumber mata air. Sumber mata air terbanyak terdapat di Desa Tajur.

Banyaknya sumber mata air di Kecamatan Citeureup disebabkan kondisi litologi batuan yang mengandung bahan batuan berupa lava muda yang berasal dari Gunung Kencana dan Gunung Limo. Endapan batuan yang terdapat di wilayah ini umumnya bersifat basalt dan mengalir dalam akifer melalui celah, rekahan dan saluran. Akibat sifat lava yang berongga tersebut maka air hujan dapat meresap ke dalam batuan dengan tingkat kelulusan sedang hingga tinggi, sehingga dapat muncul ke permukaan tanah sebagai mata air pada ujung-ujung lava tersebut. Jumlah sumber mata air di setiap desa di Kecamatan Citeureup dapat dilihat dalam Tabel 4.1 berikut;

Tabel 4.1 Jumlah Sumber Mata Air di Kecamatan Citeureup.

No.	Desa	Jumlah Sumber Mata Air
1.	Tangkil	1
2.	Hambalang	8
3.	Tajur	20
4.	Pasir Mukti	6
5.	Sukahati	1
6.	Leuwinutug	0
7.	Sanja	1
8.	Karangasem Barat	0
9.	Karangasem Timur	0
10.	Tarikolot	2
11.	Gunung Sari	0
12.	Citeureup	0
13.	Puspanegara	2
14.	Puspasari	2
Jumlah		43

[Sumber : Kecamatan Citeureup Dalam Angka Tahun 2009, BPS Kab. Bogor]

4.6 Penggunaan Tanah

Penggunaan tanah di Kecamatan Citeureup didominasi oleh tegalan/ladang dengan luas 2.216,24 ha atau 32,20 % dari luas Kecamatan Citeureup yang tersebar hampir di seluruh bagian Kecamatan Citeureup (lihat Peta 8). Untuk penggunaan tanah permukiman, menempati urutan ketiga penggunaan tanah terbesar di Kecamatan Citeureup yaitu seluas 1.078,70 ha atau sekitar 15,7 % dari luas Kecamatan Citeureup, yang pada umumnya membentuk pola memanjang mengikuti jaringan jalan di sebelah utara (dataran rendah) dan mengelompok di sebelah selatan (dataran tinggi). Sedangkan hutan merupakan penggunaan tanah dengan luas wilayah terkecil, yaitu seluas 13,42 ha atau sekitar 0,20 % dari luas total Kecamatan Citeureup. Penggunaan tanah hutan terdapat pada ketinggian 500 - 600 mdpl, yaitu di areal Gunung Hambalang. Luas, sebaran dan presentase penggunaan tanah di Kecamatan Citeureup dapat dilihat dalam Tabel 4.2 berikut;

Tabel 4.2 Jenis Penggunaan Tanah di Kecamatan Citeureup.

No	Jenis Penggunaan Tanah	Luas	
		ha	%
1.	Tanah kosong/tak terolah	803,86	11,6
2.	Hutan	13,42	0,20
3.	Tegalan	2.216,24	32,20
4.	Kebun/perkebunan	2.007,05	29,14
5.	Persawahan	592,87	8,64
6.	Industri	89,38	1,30
7.	Permukiman	1.078,70	15,72
8.	Lain-lain	83,76	1,21
Jumlah		6.885,28	100

[Sumber: Pengolahan Data Tahun 2010]

4.7 Kondisi Demografi

Kecamatan Citeureup memiliki luas wilayah sebesar 68,85 km² dengan jumlah penduduk yaitu 173.590 jiwa dan kepadatan penduduknya sebesar 76.729 jiwa/km². Desa dengan jumlah penduduk terbanyak yaitu Karangasem Barat yang memiliki jumlah penduduk sebesar 19.096 jiwa. Desa dengan kepadatan penduduk terbesar yaitu Desa Puspanegara dimana setiap km² dihuni oleh 16.326 jiwa penduduk. Sedangkan Desa dengan jumlah penduduk dan kepadatan penduduk terkecil yaitu Desa Tangkil, dimana penduduknya hanya 663 jiwa dan kepadatan penduduknya hanya 109 jiwa/km². Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk di setiap desa di Kecamatan Citeureup dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut;

Tabel 4.3 Jumlah dan Kepadatan Penduduk di Kecamatan Citeureup Tahun 2009

No.	Desa	Jumlah Penduduk (jiwa)	Luas (km ²)	Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²)
1.	Tangkil	663	6,07	109
2.	Hambalang	10.760	24,01	448
3.	Tajur	10.786	9,82	1.098
4.	Pasir Mukti	8.525	1,94	4.394
5.	Sukahati	9.091	5,56	1.635
6.	Leuwinutug	14.805	2,82	5.250
7.	Sanja	11.521	2,58	5.166
8.	Karangasem Barat	19.096	2,39	7.990
9.	Karangasem Timur	11.184	1,50	9.725
10.	Tarikolot	16.331	2,54	6.430
11.	Gunung Sari	12.213	2,76	4.425
12.	Citeureup	17.007	3,46	5.468
13.	Puspanegara	18.775	1,50	16.326
14.	Puspasari	12.833	1,55	8.263
Jumlah		173.590	68,85	76.729

[Sumber : Kecamatan Citeureup Dalam Angka Tahun 2009, BPS Kab. Bogor]

Pola persebaran penduduk di Kecamatan Citeureup mengikuti pola permukiman. Berdasarkan Peta Penggunaan Tanah (Peta 8), dapat dilihat bahwa areal permukiman lebih banyak terdapat di bagian utara daripada di bagian selatan. Sehingga jumlah penduduk di bagian utara Kecamatan Citeureup akan lebih besar daripada jumlah penduduk di bagian selatan. Hal ini dikarenakan bentuk medan di bagian utara relatif berupa dataran rendah dan di bagian selatan relatif berupa dataran tinggi/bergelombang.

Mata pencaharian penduduk di Kecamatan berbeda pada tiap bentuk medan. Pada dataran tinggi/bergelombang, mata pencaharian penduduknya masih bersifat agraris. Sedangkan pada dataran rendah penduduknya tidak lagi bekerja di bidang pertanian, dikarenakan luas areal pertanian yang semakin menyempit. Penduduk di dataran rendah biasanya bekerja di bidang non agraris.

BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kondisi Airtanah Dangkal

5.1.1 Kondisi Fisik Sumur dan Ketersediaan Air Sumur

Berdasarkan hasil survei lapang yang dilakukan pada tanggal 8 – 27 Mei 2010, hampir seluruh sumur sampel hanya berjarak kurang dari 10 meter dari sumber pencemaran. Rata – rata tinggi bibir sumur di daerah penelitian kurang dari 1 meter, bahkan ada pula sumur gali yang tidak memiliki bibir sumur. Dari 42 sumur sampel, terdapat 30 sumur yang terbuka dan 12 sumur yang mempunyai penutup tidak permanen, yaitu pada titik 1, 3, 7, 9, 14, 15, 18,19,20, 21, 22, dan 39. Kondisi fisik sumur dapat mempengaruhi masuknya sumber pencemar ke dalam airtanah.

Berdasarkan Peta Zona Konservasi Air Tanah di Cekungan Air Tanah Bogor tahun 2009, kondisi airtanah di Kecamatan Citeureup masuk dalam zona aman I, dimana pemakaian airtanah pada system akuifer tidak tertekan (kedalaman kurang dari 30 meter di bawah permukaan tanah hanya untuk keperluan air minum dan rumah tangga dengan debit maksimum 100 m³/bulan/sumur. Sedangkan untuk berbagai keperluan pada daerah yang belum terjangkau pelayanan air bersih PDAM, Kabupaten/Kota diizinkan memakai airtanah pada sistem akuifer tertekan (kedalaman 30 – 180 meter di bawah permukaan tanah), dengan debit maksimum 250 m³/bulan/sumur.

Ketersediaan air sumur pada musim kemarau diperoleh dari hasil wawancara dengan pemilik sumur sampel pada saat survei lapang. Ketersediaan air sumur tersebut dibagi dalam dua klasifikasi berdasarkan volume secara kualitatif, yaitu kering dan berair. Berdasarkan wawancara dengan pemilik sumur, ketersediaan air sumur pada saat musim kemarau pada umumnya berair atau tidak kering. Dimana dari 42 sumur terdapat 34 sumur yang ketersediaan air sumurnya tetap berair meskipun volume airnya berkurang. Sedangkan 8 sumur lainnya mengalami kekeringan yaitu pada titik sampel 5, 7, 12, 14, 16, 22, 32, dan 38.

5.1.2. Kedalaman Untuk Mencapai Muka Airtanah

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan pada tanggal 8 – 27 Mei 2010, kedalaman untuk mencapai muka airtanah (selanjutnya disingkat KMAT) di Kecamatan Citeureup, berkisar antara 0,5 hingga 11,72 meter di bawah permukaan tanah (selanjutnya disingkat mdpt). Karakteristik permukaan air sumur di air tanah dangkal berubah perlahan – lahan oleh pemompaan dan dipengaruhi oleh curah hujan dan kondisi aliran sungai serta tidak dipengaruhi oleh tekanan udara dan pasang surut.

Tabel 5.1 Kedalaman Untuk Mencapai Muka Airtanah

Banyak Sampel	Rata-rata	Maks	Min	Beda	Varians	Standar Deviasi
42	5,68	11,72	0,5	11,22	10,33	3,21

[Sumber : Survei Lapang dan Pengolahan Data, tahun 2010]

Tabel 5.1 menunjukkan bahwa rata-rata KMAT dari 42 sampel sumur gali di Kecamatan Citeureup yaitu sekitar 5,68 mdpt dengan standar deviasi 3,21. Dimana dari 42 sumur sampel airtanah yang diambil dari berbagai KMAT, terdapat 21 sumur sampel dengan KMAT kurang dari 6 meter, dan sisanya yaitu sebanyak 21 sumur sampel dengan KMAT lebih dari 6 meter. Di Kecamatan Citeureup wilayah KMAT dapat dibagi dalam 5 kelas kedalaman yaitu kedalaman 0 – 1,5 mdpt, 1,5 – 3 mdpt, 3 – 6 mdpt, 6 – 9 mdpt, dan 9 – 15 mdpt (lihat Tabel 5.2 dan Peta 9) .

Tabel 5.2 Luas dan Persentase Kedalaman Untuk Mencapai Muka Airtanah

Kedalaman (m)	Luas	
	Ha	%
0 – 1,5	667	10
1,5 – 3	1.231	18
3 – 6	2.844	41
6 – 9	1.780	26
9 – 15	363	5
Total	6.885	100

[Sumber : Survei Lapang dan Pengolahan Data, tahun 2010]

Seperti terlihat pada Peta 9, wilayah dengan KMAT 0 – 1,5 mdpt dijumpai di sebelah utara dan selatan Kecamatan Citeureup yaitu di sebagian kecil Desa Gunungsari, Puspanegara, Karangasem Barat, Tangkil, dan Hambalang, dengan luas sekitar 667 ha atau 10 % dari luas keseluruhan Kecamatan Citeureup.

Wilayah dengan KMAT 1,5 – 3 mdpt, berpola mengelompok di bagian selatan, barat, dan utara Kecamatan Citeureup, yaitu di Desa Hambalang, Tangkil, Tajur, dan Gunungsari, dengan proporsi luasan sebesar 18 % dari luas total Kecamatan Citeureup atau 1.231 ha. Wilayah dengan KMAT 3 – 6 mdpt merupakan wilayah dengan luasan terbesar yaitu 2.844 ha atau 41 % dari luas Kecamatan Citeureup. Wilayah ini tersebar hampir di seluruh Kecamatan Citeureup yaitu meliputi Desa Hambalang, Tangkil, Sukahati, Citeureup dan Puspanegara.

Keberadaan wilayah dengan kedalaman < 6 mdpt di Desa Hambalang dikarenakan batuan penyusunnya yang berupa endapan vulkanik muda dan letaknya di kaki gunung. Seperti yang dijelaskan Sosrodarsono dan Takeda (1987), karakteristik airtanah di daerah kaki gunung api yaitu, pengisian airtanahnya lebih banyak dikarenakan curah hujan yang lebih tinggi dari sekitarnya, dan fragmen – fragmen gunung api mempunyai ruang yang banyak dan dapat dengan mudah menyalurkan airtanah. Sehingga kedalaman untuk mencapai muka air di daerah ini dangkal meskipun berada di dataran tinggi.

Wilayah dengan KMAT 6 - 9 mdpt merupakan wilayah dengan luasan terbesar kedua, yang dijumpai di Desa Tangkil, Sanja, Leuwinutug, Pasirmukti, Tarikolot, Karangasem Timur dan Tajur, dengan luas 1.780 ha atau 26 % dari luas total Kecamatan Citeureup. Sedangkan wilayah dengan KMAT 9 – 15 mdpt merupakan wilayah dengan luasan terkecil yaitu 363 ha atau 5 % dari luas Kecamatan Citeureup secara keseluruhan. Wilayah ini tersebar di Desa Puspasari, Karangasem Barat, dan sebagian kecil Desa Leuwinutug, Sanja, Tajur dan Citeureup.

5.2 Konsentrasi Nitrat sebagai Nitrogen ($\text{NO}_3 - \text{N}$) dalam Airtanah Dangkal

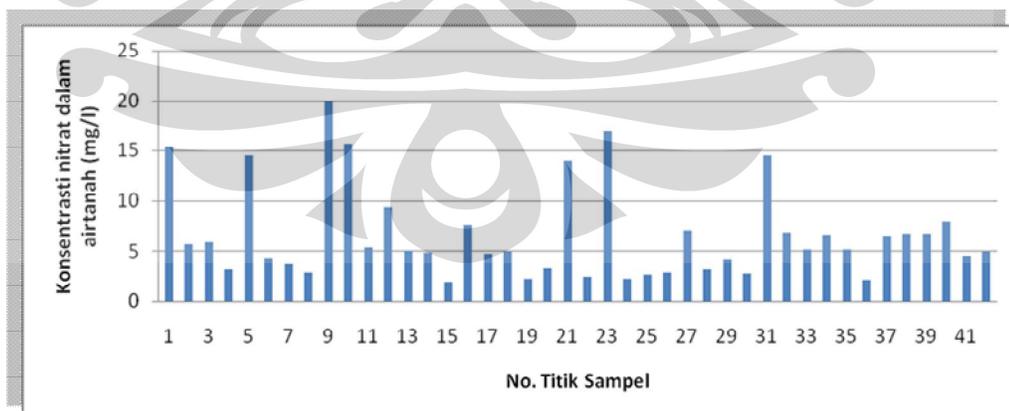
Hasil uji konsentrasi nitrat sebagai nitrogen ($\text{NO}_3 - \text{N}$) dalam airtanah dangkal (selanjutnya disingkat ATD) dari 42 sampel diperoleh kisaran konsentrasi nitrat dalam ATD antara 1,95 mg/l hingga 19,84 mg/l.

Tabel 5.3 Konsentrasi Nitrat dalam ATD

Banyak Sampel	Rata-rata	Maks	Min	Beda	Varians	Standar Deviasi
42	6,59	19,84	1,95	17,89	21,02	4,58

[Sumber : Survei Lapang dan Pengolahan Data, tahun 2010]

Tabel 5.3 menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi nitrat dalam ATD di Kecamatan Citeureup yaitu sebesar 6,59 mg/l dengan standar deviasi 4,58. Nilai rata-rata tersebut menandakan bahwa konsentrasi nitrat dalam ATD di Kecamatan Citeureup masih berada di bawah standar baku mutu air kelas I PP No. 82 Tahun 2001. Akan tetapi, apabila melihat Gambar 3 dan Peta 10, terdapat 7 titik sampel yang konsentrasi nitratnya melebihi 10 mg/l, yaitu pada titik sampel 1, 5, 9, 10, 21, 23, dan 31. Konsentrasi nitrat dalam ATD mengindikasikan adanya bahan-bahan organik yang terlarut di dalamnya. Apabila di dalam air terdapat banyak bahan organik, dapat mengakibatkan berubahnya warna, bau, rasa dan kekeruhan pada air tersebut.



[Sumber: Survei Lapang dan Pengolahan Data, 2010]

Gambar 3. Grafik Konsentrasi Nitrat sebagai Nitrogen ($\text{NO}_3 - \text{N}$) dalam ATD di Kecamatan Citeureup.

Berdasarkan data hasil pengukuran, konsentrasi nitrat dalam ATD di Kecamatan Citeureup diklasifikasikan dalam lima kelas, yaitu konsentrasi nitrat 0 – 3 mg/l, 3 – 6 mg/l, 6 – 10 mg/l, 10 – 15 mg/l, dan > 15 mg/l.

Tabel 5.4 Konsentrasi Nitrat ($\text{NO}_3 - \text{N}$) dalam ATD

Konsentrasi Nitrat (mg/l)	Jumlah Titik Sampel
0 – 3	9
3 - 6	17
6 - 10	9
10 - 15	3
> 15	4
Total	42

[Sumber : Survei Lapang dan Pengolahan Data, tahun 2010]

Konsentrasi nitrat 0 – 3 mg/l dijumpai pada titik sampel 8, 15, 19, 22, 24, 25, 26, 30, dan 36, yang tersebar di Desa Hambalang, Tangkil, Leuwinutug, Tajur, Pasirmukti, dan Gunungsari. Titik sampel dengan konsentrasi nitrat 0 – 3 mg/l, pada umumnya jenis penggunaan tanah disekitarnya berupa tegalan, kebun, dan permukiman. Konsentrasi nitrat 3 – 6 mg/l merupakan konsentrasi dengan jumlah titik sampel terbanyak yang tersebar hampir di seluruh Kecamatan Citeureup. Konsentrasi nitrat 3 – 6 mg/l dijumpai pada titik sampel 2, 3, 4, 6, 7, 11, 13, 14, 17, 18, 20, 28, 29, 33, 35, 41, dan 42 yang tersebar di Desa Hambalang, Tangkil, Tajur, Sukahati, Karangasem Barat, Leuwinutug, dan Puspanegara. Penggunaan tanah di sekitar titik – titik sampel dengan konsentrasi nitrat 3 – 6 mg/l umumnya berupa permukiman dengan kerapatan sedang, tegalan, kebun, dan industri. Konsentrasi nitrat 6 – 10 mg/l diwakili oleh 9 titik sampel yaitu titik sampel 12, 16, 27, 32, 34, 37, 38, 39, dan 40, yang tersebar di Desa Sanja, Hambalang, Tajur, Gunungsari, dan Tarikolot. Jenis penggunaan tanah di sekitar lokasi titik sampel dengan konsentrasi nitrat 6 – 10 mg/l di dominasi oleh permukiman, industri, dan areal persawahan.

Titik sampel dengan konsentrasi nitrat 10 – 15 mg/l yaitu titik sampel 5, 21, dan 31 yang berada di Desa Karangasem Barat, Citeureup, dan Sukahati. Umumnya penggunaan tanah di sekitar lokasi titik sampel berupa permukiman, industri, dan areal persawahan. Konsentrasi nitrat >15 mg/l diwakili oleh empat titik sampel yaitu titik sampel 1, 9, 10, dan 23 yang terdapat di Desa Puspasari, Sanja, dan Gunungsari. Titik sampel dengan konsentrasi nitrat 10 – 15 mg/l dan > 15 mg/l, tergolong tinggi dan telah melebihi baku mutu kelas I, yang berarti ATD di wilayah tersebut masih layak digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, tetapi tidak dianjurkan untuk dikonsumsi. Tingginya konsentrasi nitrat terkait dengan penggunaan tanah di wilayah tersebut yang didominasi permukiman dengan kerapatan tinggi seperti pada titik sampel 9 dan 10, dekat dengan areal industri seperti pada titik sampel 1, serta dekat dengan areal persawahan seperti pada titik sampel 23.

5.3 Variabel DRASTIC di Kecamatan Citeureup

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dari berbagai sumber dan survei lapangan, maka secara spasial Kecamatan Citeureup memiliki wilayah KMAT dengan kisaran KMAT 0,5 – 11,72 mdpt. Wilayah KMAT ini terbagi dalam lima kelas kedalaman yaitu kedalaman 0 – 1,5 mdpt, 1,5 – 3 mdpt, 3 – 6 mdpt, 6 – 9 mdpt, dan 9 – 15 mdpt. Luas dan persentase wilayah KMAT dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Variabel curah hujan di Kecamatan Citeureup dibagi dalam 4 wilayah curah hujan antara lain, wilayah dengan curah hujan 0 – 1.500 mm/tahun yang meliputi Desa Karangasem Barat, Puspasari, Puspanegara, dan Desa Citeureup. Wilayah dengan curah hujan 1.500 – 2.000 mm/tahun yang meliputi Desa Leuwikutug, Sanja, Karangasem Timur, Tarikolot, Gunungsari, dan Pasirmukti. Wilayah dengan curah hujan 2.000 – 2.500 mm/tahun yang meliputi Desa Tangkil, Sukahati, Hambalang, dan Tajur. Serta wilayah dengan curah hujan 2.500 – 3.000 mm/tahun yang meliputi bagian selatan Desa Hambalang dan Tajur. Wilayah curah hujan cenderung bertambah tinggi curah hujannya ke bagian selatan daerah penelitian seiring dengan bertambahnya ketinggian wilayah. Luas dan persentase dapat dilihat dalam Tabel 5.5 berikut;

Tabel 5.5. Curah Hujan di Kecamatan Citeureup

Curah Hujan (mm/th)	Luas	
	Ha	%
0 – 1.500	987	14
1.500 – 2.000	1.766	26
2.000 – 2.500	2.464	36
2.500 – 3.000	1.668	24
Total	6.885	100

[Sumber : Pengolahan Data, 2010]

Variabel media akuifer di daerah penelitian didapat dari komposisi batuan penyusun akuifernya. Menurut Santosa (2006), kondisi akuifer sangat berpengaruh terhadap karakteristik airtanah yang dikandungnya. Media kuifer terdiri dari beragam jenis antara lain media batupasir tipis, shale, batugamping; pasir dan kerikil; basal; serta batugamping. Media akuifer batupasir tipis, shale, batugamping yang mewakili formasi Jatiluhur yang terdapat di Desa Hambalang, Tajur, Tangkil, dan sebagian kecil Desa Sukahati. Media akuifer pasir dan kerikil yang mewakili mewakili jenis batuan alluviam, endapan dataran banjir, dan kipas alluvium terdapat di bagian utara daerah penelitian yang meliputi Desa Puspasari, Pusapanegara, Citeureup, Gunungsari, Karangasem Barat, Leuwintug, Sanja, Karangasem Timur, Sukahati, Pasirmukti, dan Tarikolot. Media akuifer basal yang mewakili jenis batuan gunungapi Gn. Gede yang berada di sebagian kecil Desa Tangkil da Hambalang. Serta media akuifer batugamping yang mewakili formasi Klapanunggal yang terdapat di sebagian kecil Desa Citeureup.

Beragamnya media akuifer di daerah penelitian mempengaruhi kuantitas dan kualitas airtanah yang tersimpan di dalamnya. Seperti contohnya media akuifer pasir dan kerikil merupakan sumber air yang sangat baik. Tingkat kelulusan air pada setiap jenis media akuifer di daerah penelitian berbeda - beda dari tingkat kelulusan rendah hingga tinggi. luas dan persentase wilayah media akuifer di Kecamatan Citeureup dapat dilihat dalam Tabel 5.6 berikut;

Tabel 5.6 Media Akuifer di Kecamatan Citeureup

Media Akuifer	Luas	
	Ha	%
Pasir dan kerikil	2.644	39,0
Batugamping	28	0,5
Basal	310	4,5
Batupasir tipis, shale, batugamping	3.903	56,0
Total	6.885	100

[Sumber : Pengolahan Data, 2010]

Tekstur tanah didapat dari jenis tanah daerah penelitian yang terbagi dalam tekstur sedang dan kasar. Tekstur sedang mewakili jenis tanah asosiasi latosol yang tersebar di bagian utara Kecamatan Citeureup yang meliputi Desa Puspasari, Puspanegara, Citeureup, Gunung Sari, Karangasem Barat, Tarikolot, Leuwintug, dan sebagian Desa Sanja. Tekstur tanah kasar mewakili jenis tanah kompleks latosol dan litosol yang terdapat di Desa Karangasem Timur, Sukahati, Tangkil, Hambalang, Tajur, dan Pasir Mukti. Luas dan persentase jenis tanah di daerah penelitian dapat dilihat dalam Tabel 5.7 berikut;

Tabel 5.7. Jenis tanah di Kecamatan Citeureup

Jenis Tanah	Luas	
	Ha	%
Asosiasi Latosol	2.080	30
Kompleks Latosol dan Litosol	4.804	70
Total	6.885	100

[Sumber : Pengolahan Data, 2010]

Topografi (lereng) di Kecamatan Citeureup dibagi dalam lima wilayah lereng, antara lain 0-2 %, 2-6 %, 6-12 %, 12-18 %, dan >18 %. Wilayah dengan lereng 0 - 2 % yang meliputi Desa Puspasari, Pusapanegara, Citeureup, Karangasem Barat, Leuwintug, Sanja, Karangasem Timur, Tarikolot, dan Gunung Sari. Wilayah dengan lereng 2-6 % meliputi Desa Sukahati, Pasirmukti, dan sebagian Desa Tangkil. Wilayah dengan lereng 6-12 % terdapat di Desa Hambalang, Tajur, dan Tangkil. Wilayah dengan lereng 12-18 % terdapat di sebagian kecil Desa

Hambalang dan Tajur. Sementara itu, wilayah dengan lereng >18 % memiliki luasan terkecil yang berada di sebagian kecil Desa Hambalang dan Tajur. Kecamatan Citeureup didominasi oleh wilayah dengan kelerengan 6 – 12 % yang berada dibagian selatan daerah penelitian. Luas dan persentase wilayah kelerengan dapat dilihat dalam Tabel 5.8 berikut;

Tabel 5.8. Kelerengan di Kecamatan Citeureup

Lereng	Luas	
	Ha	%
0 - 2 %	2.094	30
2 - 6 %	1.882	27
6 – 12 %	2.197	32
12 – 18 %	621	9
>18 %	91	2
Total	6.885	100

[Sumber : Pengolahan Data, 2010]

Variabel media zona tak jenuh di daerah penelitian meliputi media lanau/lempung, lempung pasir, dan batuan beku andesit. Media lanau/lempung merupakan media dengan luasan terbesar yang meliputi hampir seluruh desa di Kecamatan Citeureup. Media lempung pasir terdapat di sebagian kecil Desa Hambalang dan Desa Tangkil. Sedangkan media batuan beku andesit terdapat di sebagian kecil Desa Hambalang. Luas dan persentase wilayah media zona tak jenuh dapat dilihat dalam Tabel 5.9 berikut;

Tabel 5.9 Media Zona Tak Jenuh di Kecamatan Citeureup

Media Zona Tak Jenuh	Luas	
	Ha	%
Lanau/lempung	6.576	95
Lempung Pasiran	309	5
Total	6.885	100

[Sumber : Pengolahan Data, 2010]

Sementara itu, besar konduktivitas hidraulik didapat dari kemampuan media akuifer dalam meluluskan air. Besar konduktivitas hidraulik terbagi dalam tiga

kelas yaitu konduktivitas hidraulik 0 - 0,86 m/hari, 0,86 – 8,64 m/hari, dan > 8,64 m/hari.

Dari ketujuh variabel DRASTIC, jika dilihat secara spasial, variabel kedalaman untuk mencapai muka airtanah paling mempengaruhi pola wilayah kerentanan airtanah baik statis maupun dinamis, dimana pada wilayah dengan kedalaman untuk mencapai muka airtanah 0 – 1,5 mdpt, umumnya terdapat pada wilayah kerentanan airtanah sangat tinggi dan tinggi.

5.4 Pola Wilayah Kerentanan Airtanah Dangkal Statis Terhadap Pencemaran

Berdasarkan hasil tumpang susun (*overlay*) peta ketujuh variabel DRASTIC di Kecamatan Citeureup diperoleh indeks DRASTIC yang nilainya berkisar antara 71 hingga 174. Wilayah kerentanan ATD statis terhadap pencemaran di Kecamatan Citeureup dibagi dalam lima kelas indeks DRASTIC. Pertama, kerentanan sangat rendah dengan indeks DRASTIC 71 - 91. Kedua, kerentanan rendah dengan indeks DRASTIC 92 – 111. Ketiga, kerentanan sedang dengan indeks DRASTIC 112 – 132. Keempat, kerentanan tinggi dengan indeks DRASTIC 133 – 153. Kelima, kerentanan sangat tinggi dengan indeks DRASTIC 154 – 174.

Secara spasial, Kecamatan Citeureup didominasi oleh wilayah dengan kerentanan ATD sedang, yaitu sekitar 4.207 ha atau sekitar 61 % dari luas keseluruhan Kecamatan Citeureup, artinya secara berdasarkan ketujuh variabel DRASTIC dan penggunaan tanah, ATD di Kecamatan Citeureup memiliki sensitivitas yang sedang terhadap pencemaran (lihat Tabel 5.10 dan Peta 11).

Wilayah dengan kerentanan ATD sangat rendah tersebar di bagian barat dan timur Kecamatan Citeureup, yang meliputi sebagian kecil Desa Tajur dan Tangkil, dengan luas 107 ha atau 1,5 % dari luas keseluruhan Kecamatan Citeureup.

Wilayah dengan kerentanan ATD rendah dengan proporsi luasan sebesar 19 % dari luas total Kecamatan Citeureup atau 1.301 ha, tersebar di bagian timur dan barat Kecamatan Citeureup yang meliputi sebagian besar Desa Tajur, Tangkil, Karangasem Barat, Puspasari, dan Hambalang.

Tabel 5.10 Luas dan Persentase Wilayah Kerentanan Airtanah Statis Terhadap Pencemaran

Kelas Kerentanan	Luas	
	Ha	%
Sangat Rendah	107	1,5
Rendah	1.301	19
Sedang	4.207	61
Tinggi	1.097	16
Sangat Tinggi	173	2,5
Total	6.885	100

[Sumber : Survei Lapang dan Pengolahan Data, tahun 2010]

Wilayah dengan kerentanan ATD sedang merupakan wilayah dengan luas terbesar yaitu 4.207 ha atau 61 % dari total luas Kecamatan Citeureup. Wilayah dengan kerentanan ATD sedang ini berpola menyebar hampir di seluruh wilayah Kecamatan Citeureup, yaitu di Desa Leuwikutug, Sanja, Puspanegara, Citeureup, Hambalang, Pasirmukti, Tarikolot, Sukahati, Gunungsari, Karangasem Timur, dan Tangkil. Wilayah dengan kerentanan ATD tinggi proporsi luasannya sebesar 16 % dari luas keseluruhan Kecamatan Citeureup atau 1.097 ha. Wilayah ini mengelompok di bagian utara, selatan dan bagian tengah Kecamatan Citeureup yang meliputi Desa Tangkil, Leuwikutug, Karangasem Barat, Sukahati, Tarikolot, dan Gunungsari.

Wilayah dengan kerentanan ATD sangat tinggi merupakan wilayah dengan 172 ha atau 2,5 % dari luas total Kecamatan Citeureup. Wilayah ini mengelompok di bagian selatan yaitu di Desa Hambalang. Pada wilayah dengan kerentanan ATD sangat tinggi, KMAT berkisar antara 0 – 3 mdpt, curah hujannya tergolong tinggi yaitu 2.000 – 3.000 mm/tahun, batuan penyusunnya berupa batuan gunung api yang mengandung lava basal, dan tekstur tanahnya kasar.

5.5 Pola Wilayah Kerentanan Airtanah Dangkal Dinamis Terhadap Pencemaran

Kerentanan ATD dinamis merupakan hasil tumpang susun (*overlay*) antara peta kerentanan airtanah statis (Peta 11) dengan peta penggunaan tanah (Peta 8), yang menghasilkan pola wilayah kerentanan ATD dinamis yang lebih bervariasi (lihat Peta 12). Kecamatan Citeureup memiliki kisaran indeks kerentanan ATD dinamis antara 95 – 206 yang dibagi dalam lima kelas kerentanan ATD dinamis. Kelima kelas kerentanan tersebut antara lain kerentanan sangat rendah dengan indeks kerentanan 95 – 117, kerentanan rendah dengan indeks kerentanan 118 – 139, kerentanan sedang dengan indeks kerentanan 140 – 161, kerentanan tinggi dengan indeks kerentanan 162 – 183, dan kerentanan sangat tinggi dengan indeks kerentanan 184 – 206.

Hasil dari indeks kerentanan tersebut menunjukkan bahwa wilayah kerentanan ATD dinamis yang mendominasi Kecamatan Citeureup yaitu wilayah dengan kerentanan sedang yang luasnya mencapai 2.946 ha (43 %). Artinya secara berdasarkan ketujuh variabel DRASTIC dan penggunaan tanah, ATD di Kecamatan Citeureup memiliki sensitivitas yang sedang terhadap pencemaran. Pada wilayah dengan kerentanan ATD sedang pada umumnya merupakan wilayah dengan KMAT berkisar antara 3 – 9 mdpt, curah hujan 1.500 – 2.500 mm, batuan penyusunnya berupa endapan permukaan, tekstur tanahnya relatif halus, dan penggunaan tanahnya berupa sawah, tegalan, dan permukiman.

Secara spasial, wilayah kerentanan ATD dinamis cenderung semakin meningkat kelas kerentanannya di bagian tengah daerah penelitian. Faktor penggunaan tanah mempengaruhi pola yang terbentuk sehingga polanya lebih bervariasi, dimana daerah yang telah rentan terhadap pencemaran akan semakin rentan jika penggunaan tanahnya mendukung terjadinya pencemaran pada airtanahnya. Seperti halnya permukiman, industri, serta pertanian lahan basah (sawah). Luas dan persentase wilayah kerentanan ATD dinamis terhadap pencemaran dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut;

Tabel 5.11 Luas dan Persentase Wilayah Kerentanan ATD Dinamis Terhadap Pencemaran

Kelas Kerentanan	Luas	
	Ha	%
Sangat Rendah	394	6
Rendah	2.365	34
Sedang	2.946	43
Tinggi	1.103	16
Sangat Tinggi	77	1
Total	6.885	100

[Sumber : Survei Lapang dan Pengolahan Data, tahun 2010]

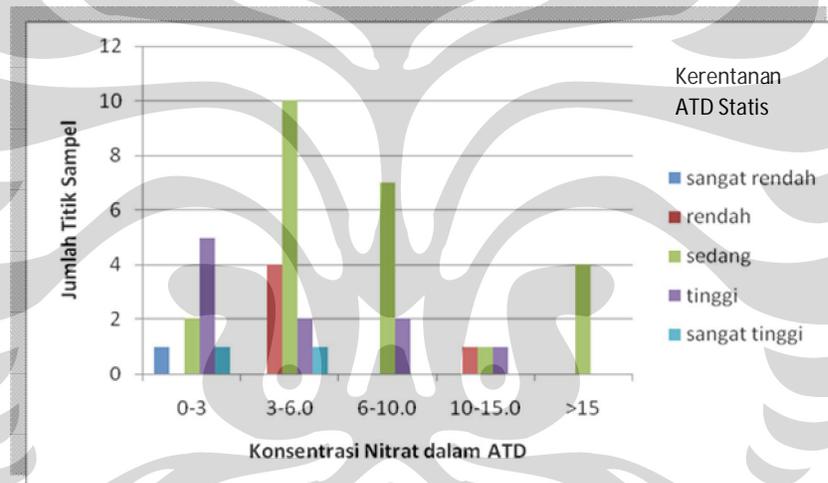
Secara spasial, wilayah dengan kerentanan sangat rendah terdapat di bagian barat dan timur Kecamatan Citeureup, yaitu di Desa Tajur dan Tangkil, dengan luas 394 ha atau 6 % dari luas keseluruhan Kecamatan Citeureup. Wilayah dengan kerentanan rendah tersebar di bagian barat dan selatan Kecamatan Citeureup yaitu di Desa Karangasem Barat, Tajur, Tangkil, dan Hambalang, dengan proporsi luasan 34 % dari luas total Kecamatan Citeureup atau 2.365 ha.

Wilayah dengan kerentanan sedang merupakan wilayah dengan luas terbesar, yaitu 2.946 ha atau 43 % dari luas Kecamatan Citeureup. Wilayah ini tersebar di bagian utara dan selatan Kecamatan Citeureup, yang meliputi Desa Hambalang, Pusanegara, Puspasari, Citeureup, Leuwintug, Tarikolot, Karangasem Barat, Sanja, Pasirmukti, dan Gunungsari. Wilayah dengan kerentanan tinggi luasnya mencapai 1.103 ha (16 %) dengan jenis penggunaan tanah berupa permukiman dan area industri. Wilayah ini mengelompok di bagian utara, tengah, dan selatan Kecamatan Citeureup, yang meliputi Desa Puspanegara, Karangasem Barat, Tarikolot, Gunungsari, Leuwintug, Sanja, Citeureup, Pasirmukti Hambalang, Tangkil, dan Sukahati. Wilayah ini jenis penggunaan tanahnya di dominasi oleh permukiman dengan kerapatan tinggi dan areal persawahan. Sementara itu, wilayah kerentanan sangat tinggi luas wilayahnya hanya sebesar 77 ha atau 1 % dari luas keseluruhan Kecamatan Citeureup. Wilayah dengan kelas kerentanan

sangat tinggi ini merupakan wilayah dengan luasan terkecil dibanding dengan kelas kerentanan lainnya. Wilayah ini mengelompok di Desa Hambalang. Wilayah kerentanan sangat tinggi umumnya jenis penggunaan tanahnya berupa permukiman.

5.6 Hubungan Antara Wilayah Kerentanan ATD Dangkal Statis Terhadap Pencemaran dengan Konsentrasi Nitrat dalam ATD

Untuk mengetahui hubungan keruangan antara wilayah kerentanan ATD statis terhadap pencemaran dengan konsentrasi nitrat dilakukan analisis tumpang susun (*overlay*) antara Peta 11 dan Peta 10. Banyaknya titik sampel pada setiap kelas kerentanan airtanah dangkal statis dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini;



[Sumber: Survei Lapangan 8 – 27 Mei 2010 dan Pengolahan Data, 2010]

Gambar 4. Jumlah Titik Sampel Konsentrasi Nitrat Berdasarkan Wilayah Kerentanan ATD Statis Terhadap Pencemaran

Dari hasil pertampalan antara Peta 10 dan Peta 11 terlihat bahwa sebaran titik sampel paling banyak terdapat pada wilayah kerentanan sedang. Pada Peta 13 dapat dilihat terdapat empat titik sampel dengan konsentrasi nitrat > 15 mg/l terdapat pada wilayah kerentanan sedang, yaitu pada Desa Sanja, Puspanegara, dan Gunungsari. Titik sampel dengan konsentrasi nitrat 10 – 15 mg/l terdapat satu titik sampel pada wilayah kerentanan rendah, sedang, dan tinggi yaitu di Desa Karangasem Barat, Sanja, dan Puspanegara.

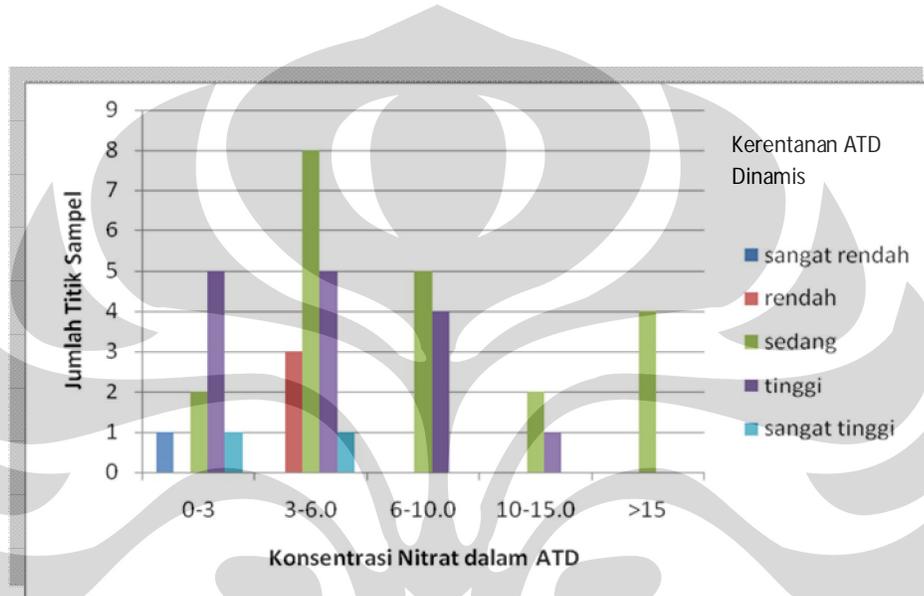
Sebanyak tujuh titik sampel dengan konsentrasi nitrat 6 – 10 mg/l terdapat pada wilayah kerentanan sedang yang tersebar di Desa Sanja, Citeureup, Hambalang, dan Tajur, serta dua titik lainnya terdapat pada wilayah kerentanan tinggi yaitu di Desa Tarikolot dan Sanja. Titik sampel dengan konsentrasi nitrat 3 – 6 mg/l tersebar hampir di setiap wilayah kerentanan, yaitu empat titik pada wilayah kerentanan rendah, sepuluh titik pada wilayah kerentanan sedang, dua titik pada wilayah kerentanan tinggi, dan satu titik pada wilayah kerentanan sangat tinggi. Sementara itu, pada titik sampel dengan konsentrasi nitrat 0 – 3 mg/l terdapat di setiap kelas kerentanan kecuali wilayah kerentanan rendah.

Pola wilayah tersebut menunjukkan bahwa pada konsentrasi nitrat rendah umumnya berada pada wilayah kerentanan tinggi hingga sangat tinggi, dan konsentrasi nitrat tinggi berada pada wilayah kerentanan rendah hingga sedang. Namun, terdapat pula titik sampel dengan konsentrasi nitrat tinggi (> 10 mg/l) yang berada pada wilayah kerentanan tinggi dan titik sampel dengan konsentrasi nitrat rendah (≤ 10 mg/l) pada wilayah kerentanan rendah.

Untuk memperkuat dilakukan uji statistik *chi square* antara wilayah kerentanan ATD statis dengan konsentrasi nitrat. Berdasarkan tabel *chi square test* (lampiran 3) dengan tingkat signifikansi 0,05, maka nilai *Pearson Chi Square*-nya lebih kecil dari nilai kritiknya, yaitu $21.046 < 26.296$ berarti H_0 diterima yang menunjukkan tidak ada asosiasi antara wilayah kerentanan statis dengan konsentrasi nitrat.

5.7 Hubungan Antara Wilayah Kerentanan ATD Dinamis Terhadap Pencemaran dengan Konsentrasi Nitrat dalam ATD

Hubungan spasial antara wilayah kerentanan ATD dinamis dengan konsentrasi nitrat dapat dilihat melalui pertampalan antara Peta 10 dengan Peta 12. Banyaknya titik sampel pada setiap kelas kerentanan airtanah dangkal dinamis dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini;



[Sumber: Survei Lapangan 8 – 27 Mei 2010 dan Pengolahan Data, 2010]

Gambar 5. Jumlah Titik Sampel Konsentrasi Nitrat Berdasarkan Wilayah Kerentanan ATD Dinamis Terhadap Pencemaran

Seperti yang terlihat pada Gambar 5, sebaran titik sampel paling banyak terdapat pada wilayah kerentanan sedang dan tinggi, hal ini terkait dengan jenis penggunaan tanah ditempat pengambilan sampel air yang semuanya berupa permukiman. Titik sampel dengan konsentrasi nitrat 0 – 3 mg/l terdapat di semua wilayah kerentanan kecuali wilayah kerentanan rendah. Titik sampel ini terdapat pada wilayah dengan penggunaan tanah permukiman, dan persawahan. Titik sampel dengan konsentrasi nitrat 3 – 6 mg/l berada pada wilayah kerentanan rendah, sedang, tinggi, hingga sangat tinggi dengan penggunaan tanah persawahan, industri, dan permukiman. Titik sampel dengan konsentrasi nitrat 6 – 10 mg/l tersebar pada wilayah kerentanan sedang sebanyak 5 titik yaitu di Desa

Hambalang, Tajur, Sanja, dan Citeureup, serta empat titik pada wilayah kerentanan tinggi yaitu di Desa Sanja, Trikolot, dan Gunungsari. Titik sampel dengan konsentrasi nitrat 10 – 15 mg/l terdapat pada wilayah kerentanan sedang dan tinggi sebanyak tiga titik yaitu di Desa Sukahati, Citeureup, dan Karangasem Barat. Sedangkan titik sampel dengan konsentrasi nitrat > 15 mg/l terdapat pada wilayah kerentanan sedang sebanyak empat titik. Namun, terdapat pula titik sampel dengan konsentrasi nitrat tinggi (> 10 mg/l) yang berada pada wilayah kerentanan tinggi, dan titik sampel dengan konsentrasi nitrat rendah (≤ 10 mg/l) pada wilayah kerentanan rendah.

Uraian di atas menunjukkan adanya hubungan diantara konsentrasi nitrat dengan wilayah kerentanan ATD dinamis, Hal tersebut diperkuat dengan uji statistik *chi square*. Berdasarkan tabel *chi square test* (lampiran 4) dengan tingkat signifikansi 0,05 maka nilai *Pearson Chi Square*-nya lebih besar dari nilai kritiknya, yaitu $26.394 > 26.296$ berarti H_0 ditolak yang menunjukkan terdapat asosiasi antara wilayah kerentanan statis dengan konsentrasi nitrat. Adanya asosiasi antara wilayah kerentanan airtanah dinamis dengan wilayah konsentrasi nitrat dipengaruhi oleh penggunaan tanah di lokasi pengambilan sampel, dimana penggunaan tanah di sekitar lokasi pengambilan sampel umumnya berupa permukiman, industri, serta persawahan yang menjadi sumber pencemar nitrat dalam airtanah.

BAB 6

KESIMPULAN

Wilayah kerentanan airtanah dangkal statis di Kecamatan Citeureup didominasi oleh wilayah kerentanan sedang. Wilayah dengan kerentanan airtanah statis tinggi dan sangat tinggi hanya sekitar 18,5 % dari luas Kecamatan Citeureup dengan pola mengelompok di bagian selatan dan tengah. Sama halnya dengan kerentanan airtanah dangkal statis, kerentanan airtanah dangkal dinamis juga didominasi oleh wilayah kerentanan sedang. Proporsi luasan wilayah dengan kerentanan airtanah dinamis tinggi dan sangat tinggi hanya sebesar 17 % dari luas total Kecamatan Citeureup dengan pola mengelompok di bagian utara, tengah, dan selatan yang didominasi oleh jenis penggunaan tanah permukiman tidak teratur. Pola wilayah kerentanan airtanah dangkal baik statis maupun dinamis cenderung semakin mengalami peningkatan kelas kerentanan di bagian tengah daerah penelitian.

Sementara itu, berdasarkan analisis spasial dan uji statistik *chi square* menunjukkan bahwa wilayah kerentanan airtanah dangkal statis tidak berasosiasi dengan konsentrasi nitrat, dimana pada wilayah kerentanan tinggi cenderung tidak terdapat konsentrasi nitrat yang tinggi. Sedangkan wilayah kerentanan airtanah dangkal dinamis berasosiasi dengan konsentrasi nitrat dalam airtanah dangkalnya, dimana pada wilayah kerentanan tinggi cenderung terdapat konsentrasi nitrat yang tinggi pula.

DAFTAR REFERENSI

- Aller, L., J.H. Lehr, R. Petty, & T. Bennett. (1987). *DRASTIC: A standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeological settings*. Journal. Geol. Soc. of India, 29, 23-37.
Diunduh pada 2 Februari 2010, pk 19.35 WIB dari
<https://info.ngwa.org/GWOL/pdf/860138698.PDF>
- Anonim. (2004). *PPRI No.82 tahun 2001 Tentang Baku Mutu Air kelas I*, Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- British Geological Survey. (2004). *Water Quality Fact Sheet: Nitrate*.
- BPS. (2009). *Kecamatan Citeureup Dalam Angka 2009*. Kabupaten Bogor: Badan Pusat Statistik.
- Canter, L.W. (1996). *Nitrates in Groundwater*. United States of America : CRC Press.
- Chandrashekar, H. G. Ranganna, & C. Nataraju. 2000. *Assessment Of Groundwater Pollution Potential Through Remote Sensing And Gis Technique A Case Study For Anekal Taluk, Bangalore Urban District, India*. Amsterdam: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B7.
- Damayanti, A. (2002). *Identifikasi Pengembangan Potensi Sumberdaya Air Tanah Berdasarkan Pendekatan Bentuk Medan*. Disampaikan pada Pertemuan Ilmiah Tahunan dan Kongres Ikatan Geograf Indonesia, di Bandung 28-29 Oktober 2002. Diunduh pada 31 Mei 2010 pk. 14.15 WIB dari <http://staff.ui.ac.id/internal/132058059/publikasi/Naskahu-IGIBdg.doc>
- Dwinanto, R. (2007). *Wilayah Kerentanan Airtanah di Kecamatan Sawangan*. Depok: Skripsi Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia.

- El-Naqa, A., N, Hammouri & M. Kuisi. (2006). *GIS-Based Evaluation of Groundwater Vulnerability in The Russeifa Area, Jordan*. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 23 (3), 277-287. Diunduh pada 19 Februari 2010, pk 19.50 WIB dari <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcg/v23n3/v23n3a3.pdf>
- Hamid. (1998). *Kondisi Lingkungan ATD yang Terintrusi Air Asin (Studi Kasus di Jakarta)*. Depok: Tesis Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana UI.
- Munga, D., J.U. Khitheka., & S.M Mwanguni. (2004). *Pollution And Vulnerability Of Water Supply Aquifers In Mombasa Kenya*. Kenya: Interim Progress Report. Diunduh pada 19 Februari 2010, pk 21.05 WIB dari <http://www.unep.org/groundwaterproject/Archives/Kenya-midReport.pdf>
- Nouri, J., S, Malmasi. (2005). *The Role of Groundwater Vulnerability in Urban Development Planning*. *American Journal of Environmental Science* 1 (1), 16-21. Diunduh pada 5 Februari 2010, pk 19.25 WIB dari <http://www.scipub.org/fulltext/ajes/ajes1116-21.pdf>
- Novran, M. D. (2009). *Dampak Pembangunan Terhadap Sumber Daya Air*. Bengkulu: Program Pasca Sarjana Pengelolaan SDA dan Lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Diunduh pada 5 Februari 2010, pk 19.15 WIB dari <http://limbahb3.com/index.php/dampak-pembangunan-terhadap-sumber.html>
- Ompusunggu, H. (2009). *Analisa Kandungan Nitrat Air Sumur Gali Masyarakat di Sekitar TPA di Desa Namo Bintang Kecamatan Pancur Batu Kab. Deli Serdang*. Medan: Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara. Diunduh pada 20 Mei 2010, pk 20.10 WIB dari <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/14639/1/09E02720.pdf>
- Rupert, M.G. (1999). *Improvement to the DRASTIC Ground-Water Vulnerability Mapping Method*. National Water-Quality Assessment Program-NAWQA.

Santoso, L.W. & T. N. Adji. (2006). *Pendugaan Geolistrik Untuk Identifikasi Keterdapatan Airtanah di Perkebunan Kelapa Sawit Muarakandis Kabupaten Musirawas Provinsi Sumatera Selatan*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM. *Majalah Geografi Indonesia* 20 (2), 168-186.

Setiawan, A. (2003). *Persebaran Permukiman Sehubungan Dengan Ketersediaan Air Tanah Dangkal di Daerah Antara Ci Leungsi Hulu dan Ci Pamingkis, Jawa Barat*. Depok: Skripsi Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia.

Seyhan, E. (1990). *Dasar - Dasar Hidrologi* (Sentot Subagyo, Penerjemah). Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Sosrodarsono, S. & K. Takeda. (1987). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta : Pradnya Paramita.

Soemarto, CD. (1987). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.

Supriatna. (1992). *Fluktuasi Permukaan Air Tanah Di Daerah Aliran Ci Leungsi Hulu*. Depok: Skripsi Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia.

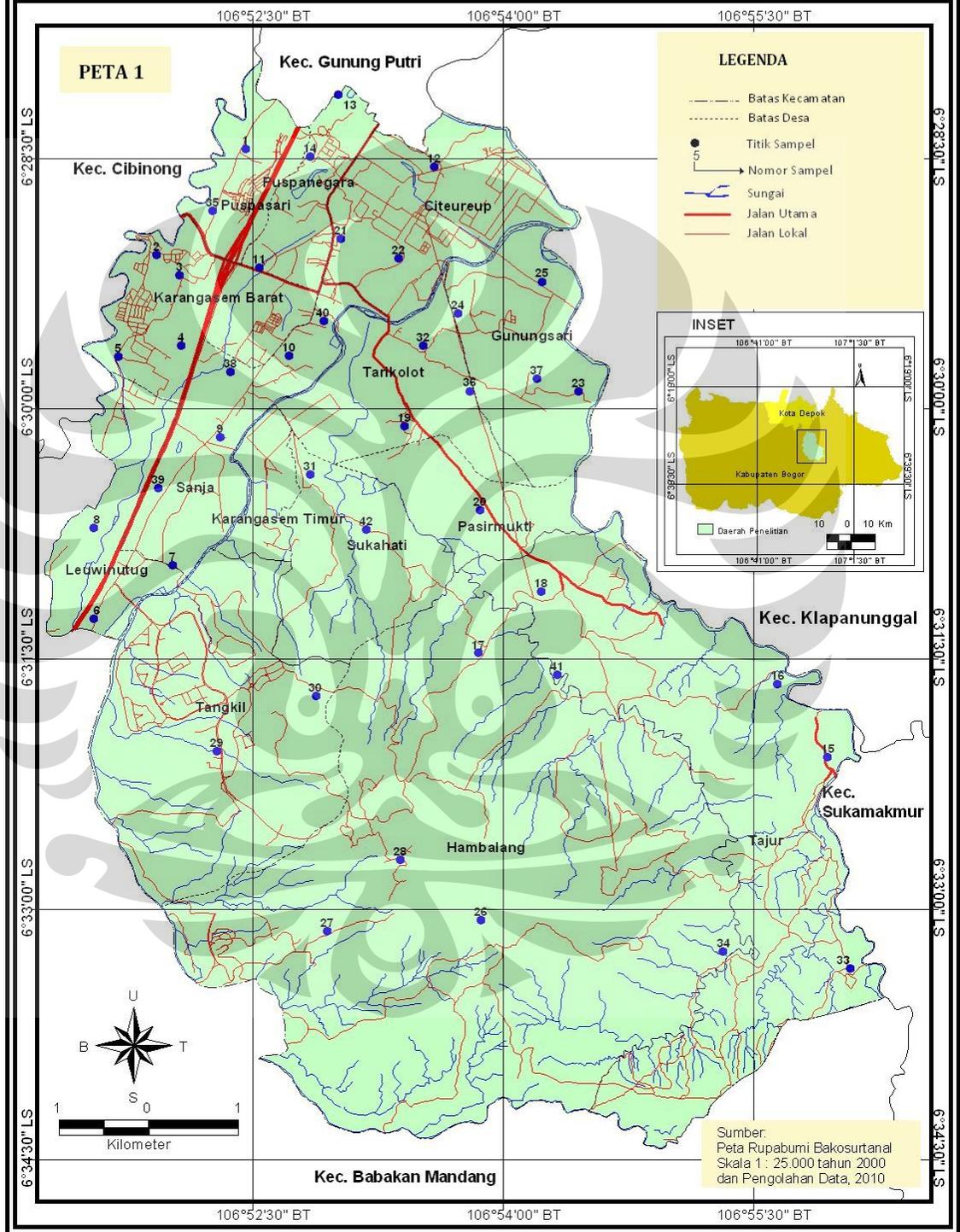
Tika, M.P. (2005). *Metode Penelitian Geografi*. Jakarta: Bumi Aksara.

Todd, D.K. (1980). *Groundwater Hydrology*. United States Of America: John Wiley & Sons.

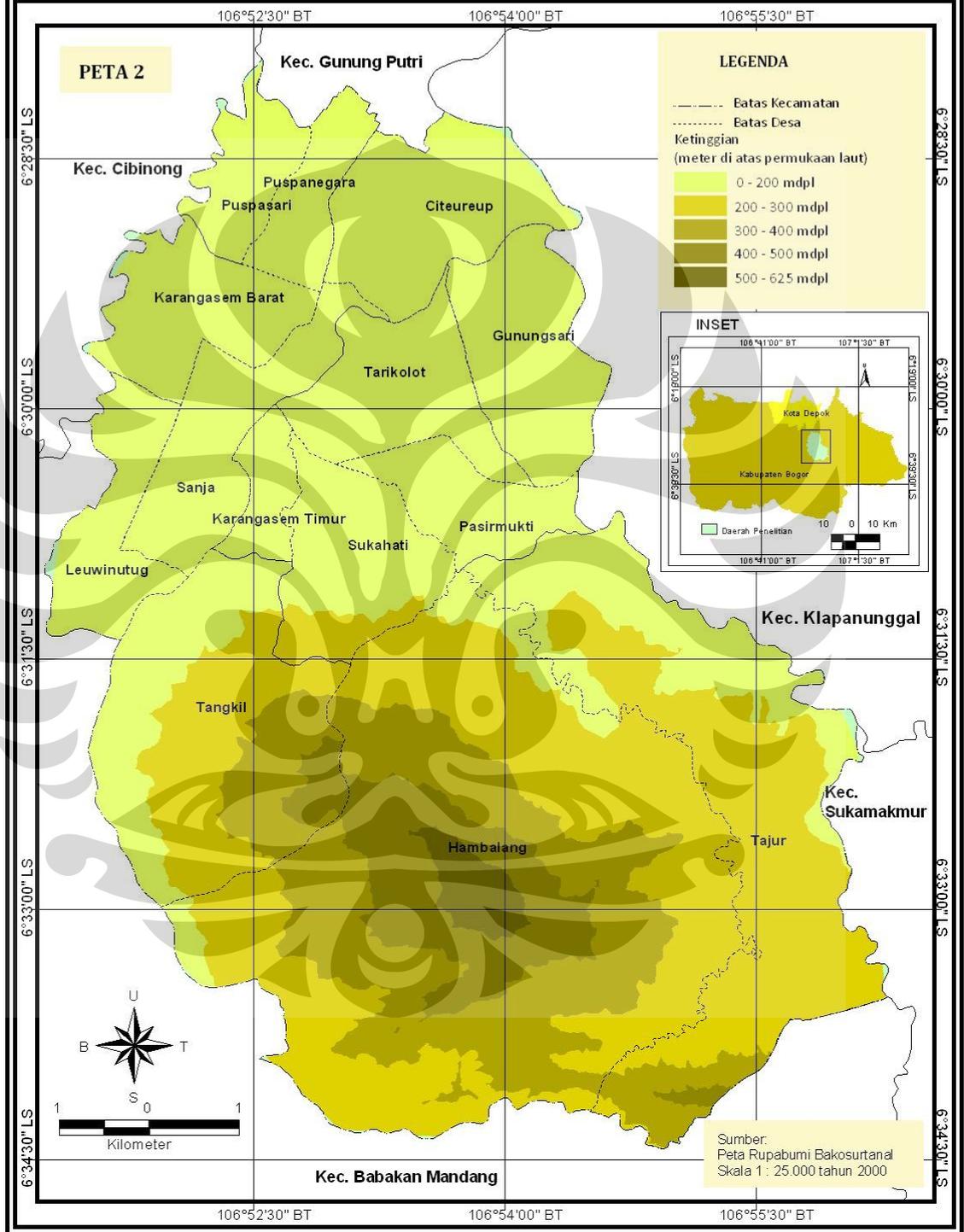
Widyastuti, M., Sudarto, N., & Komang, A. (2006). *Pengembangan Metode 'DRASTIC' Untuk Prediksi Kerentanan Airtanah Bebas Terhadap Pencemaran Di Sleman*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM. *Majalah Geografi Indonesia* 20 (1), 32-51. Diunduh pada 2 Februari 2010, pk 20.15 WIB dari <http://i-lib.ugm.ac.id/jurnal/download.php?dataId=1903>



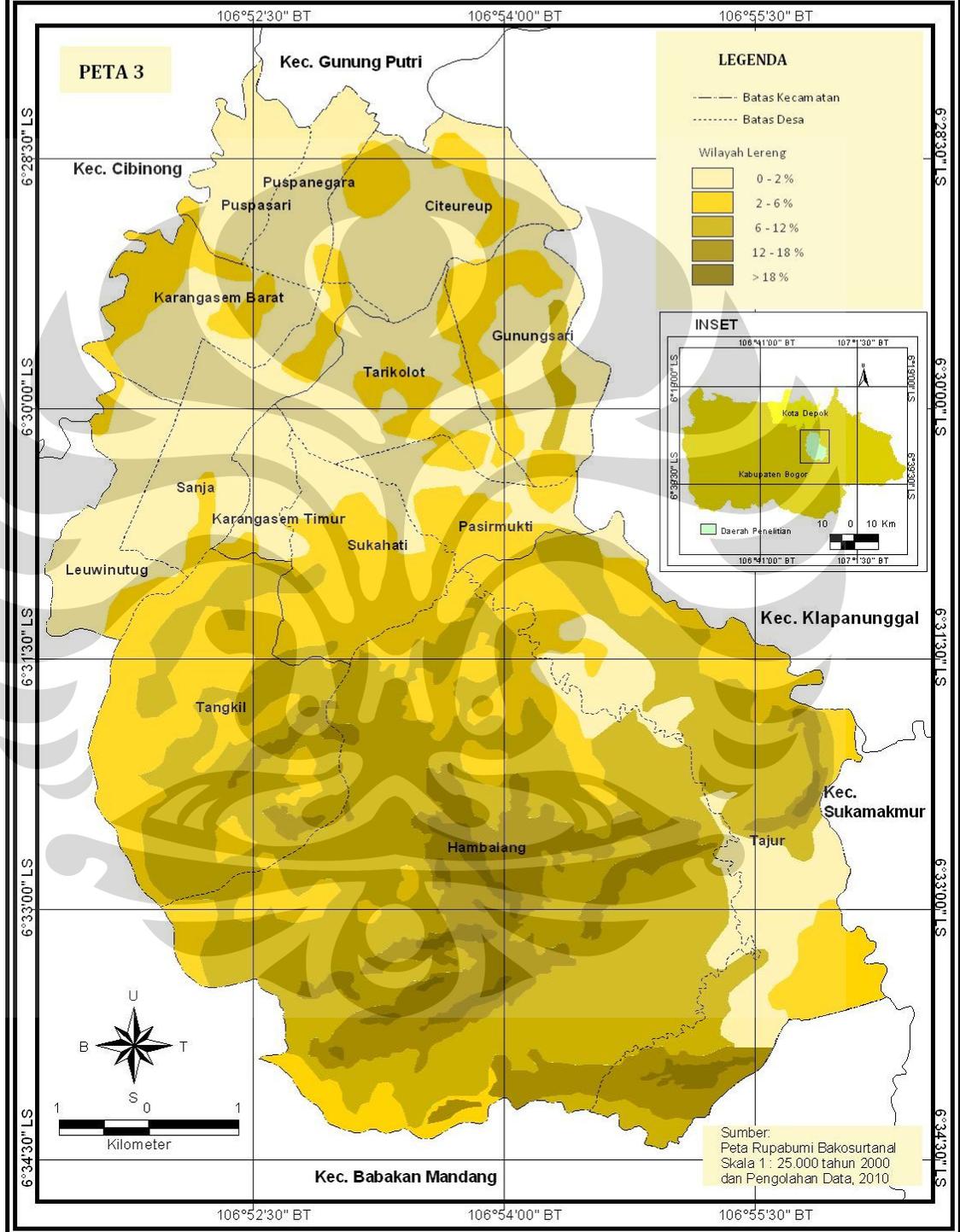
LOKASI TITIK SAMPEL PENELITIAN KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR



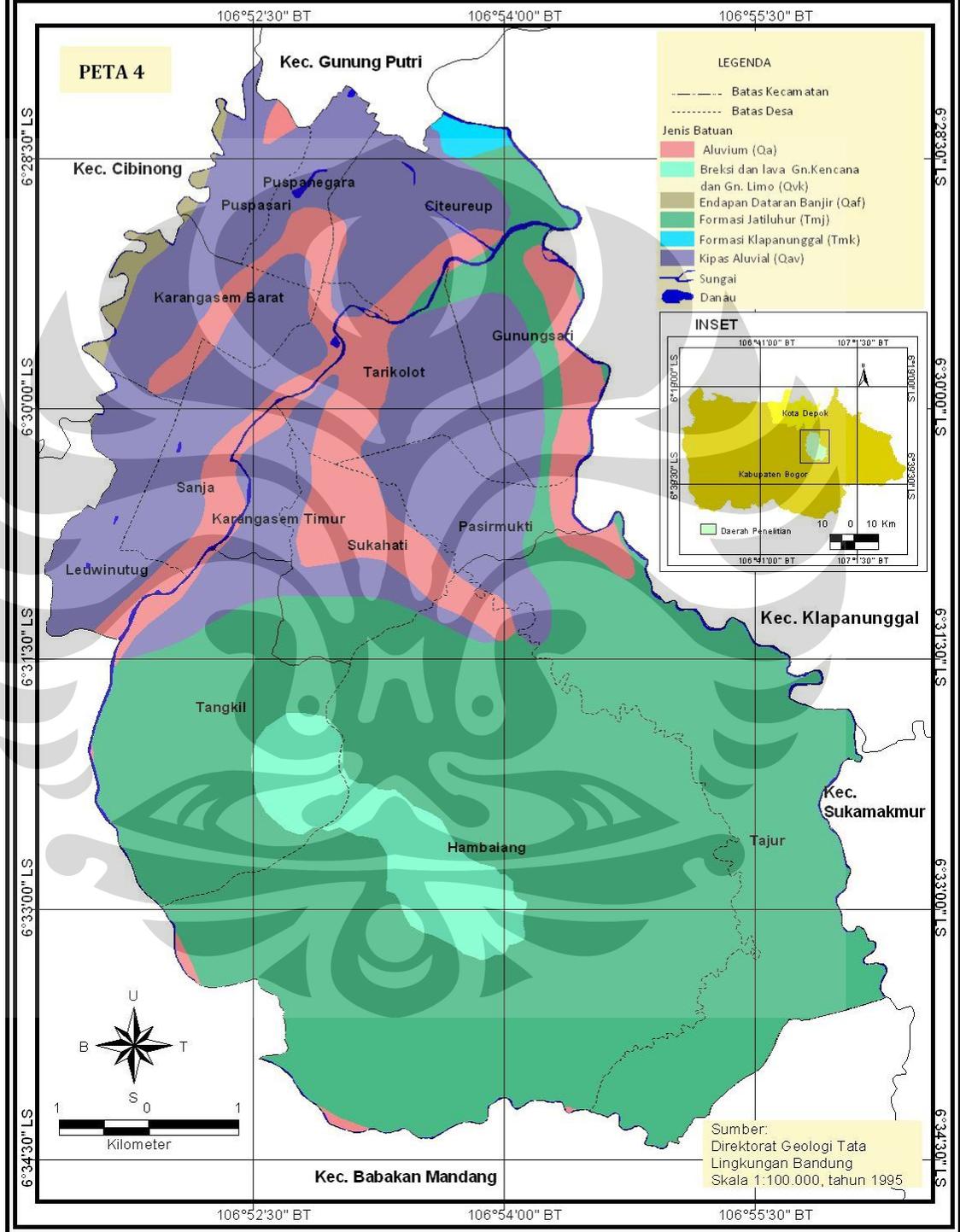
WILAYAH KETINGGIAN KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR



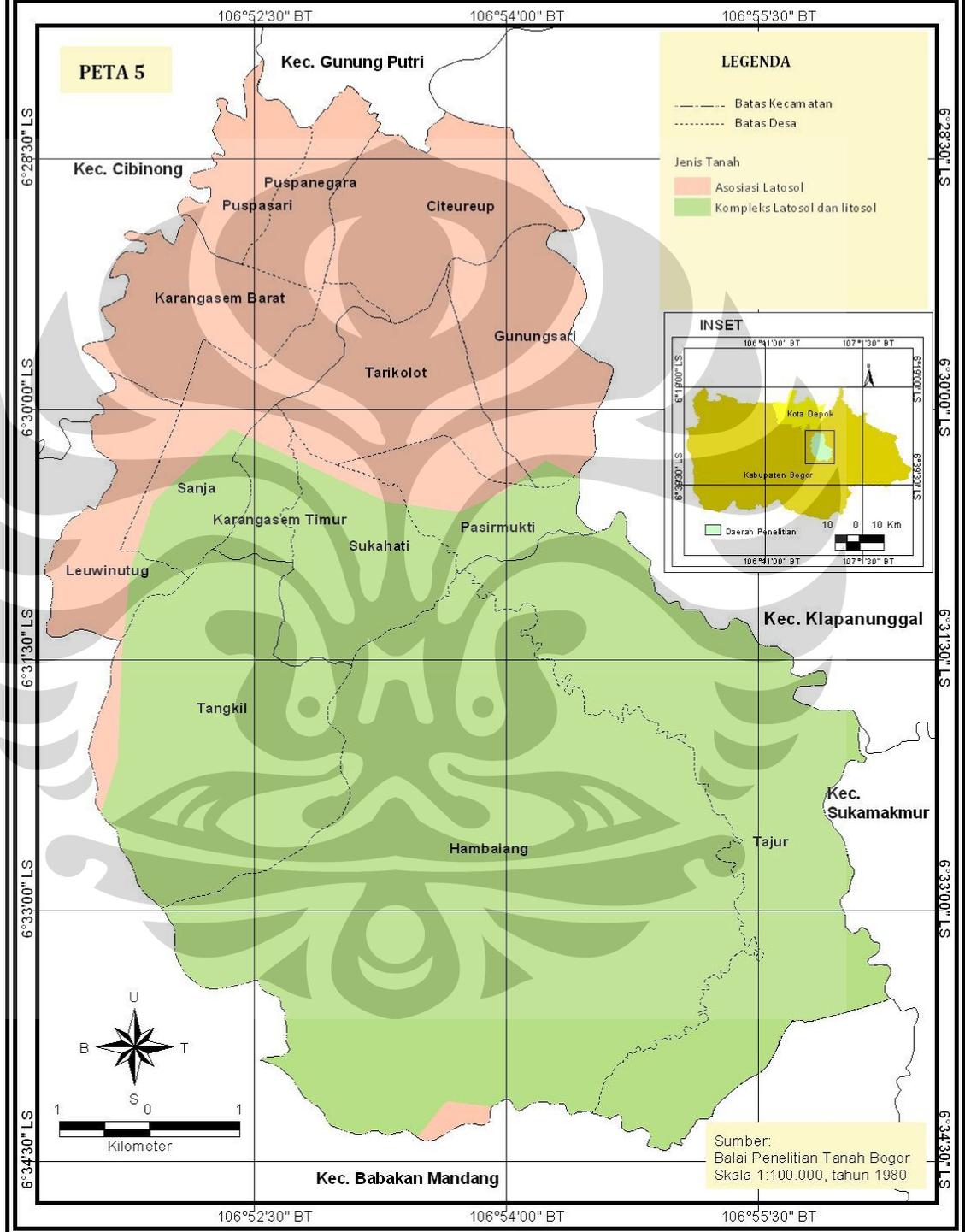
WILAYAH LERENG KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR



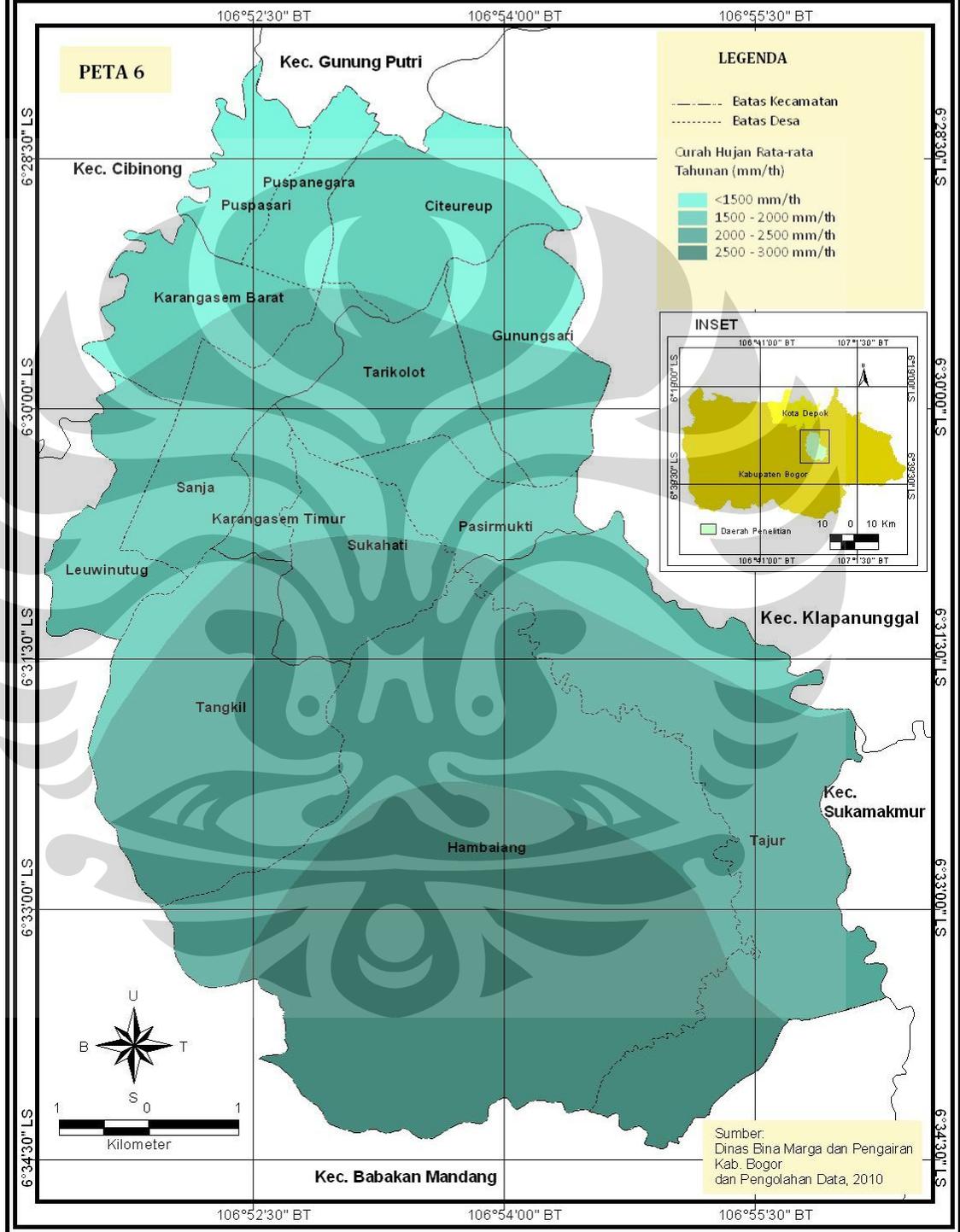
JENIS BATUAN KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR



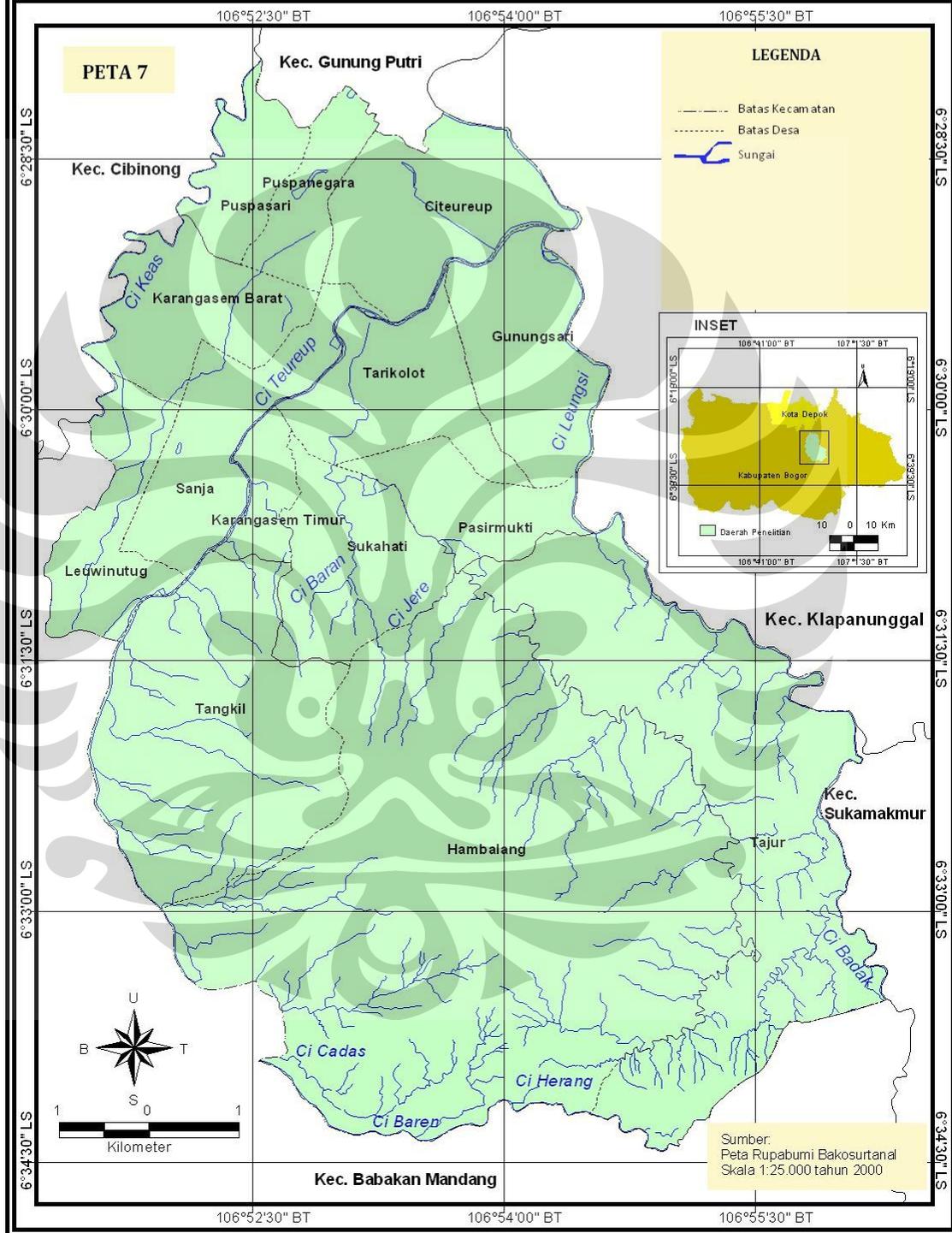
JENIS TANAH KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR



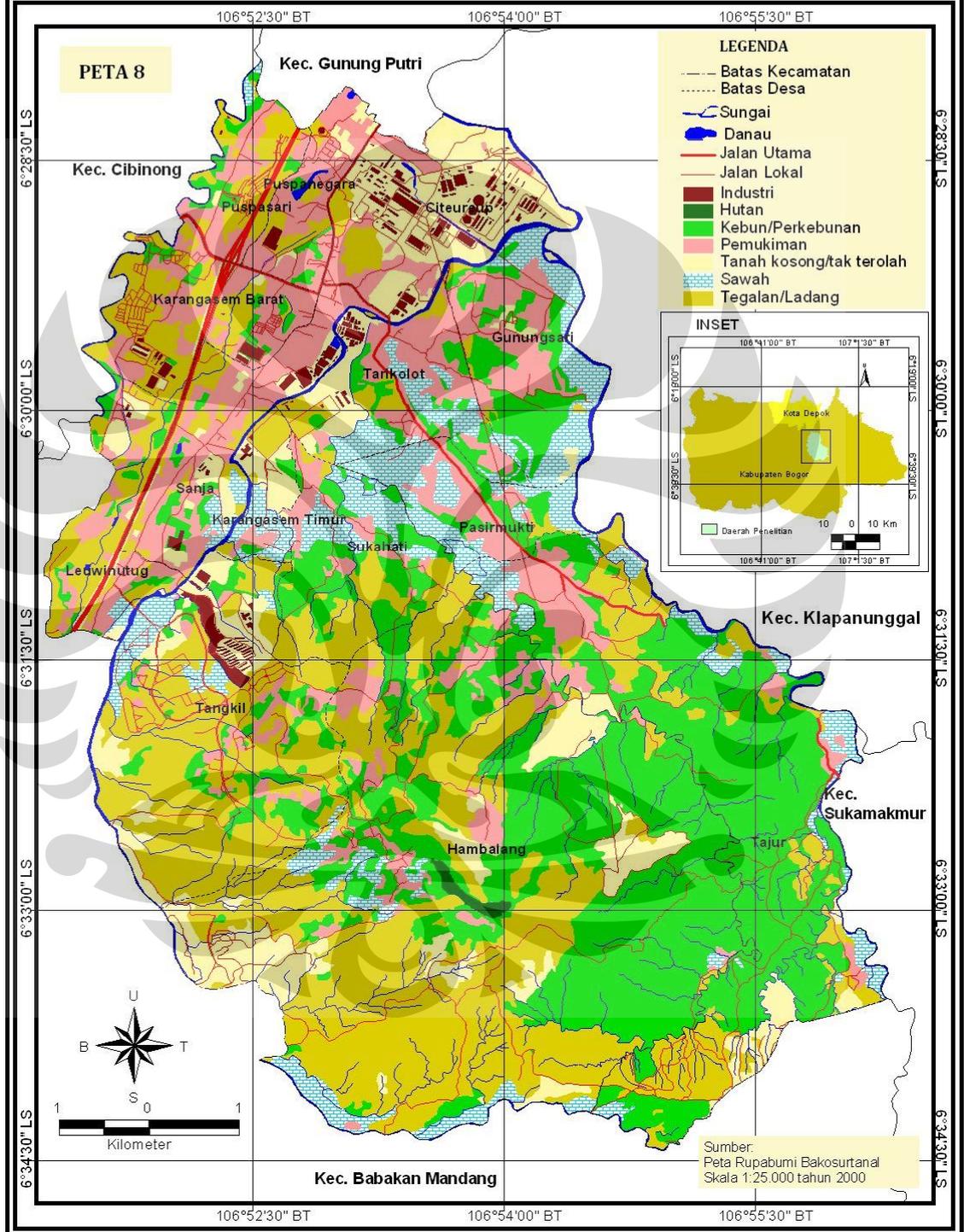
CURAH HUJAN RATA - RATA TAHUNAN KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR



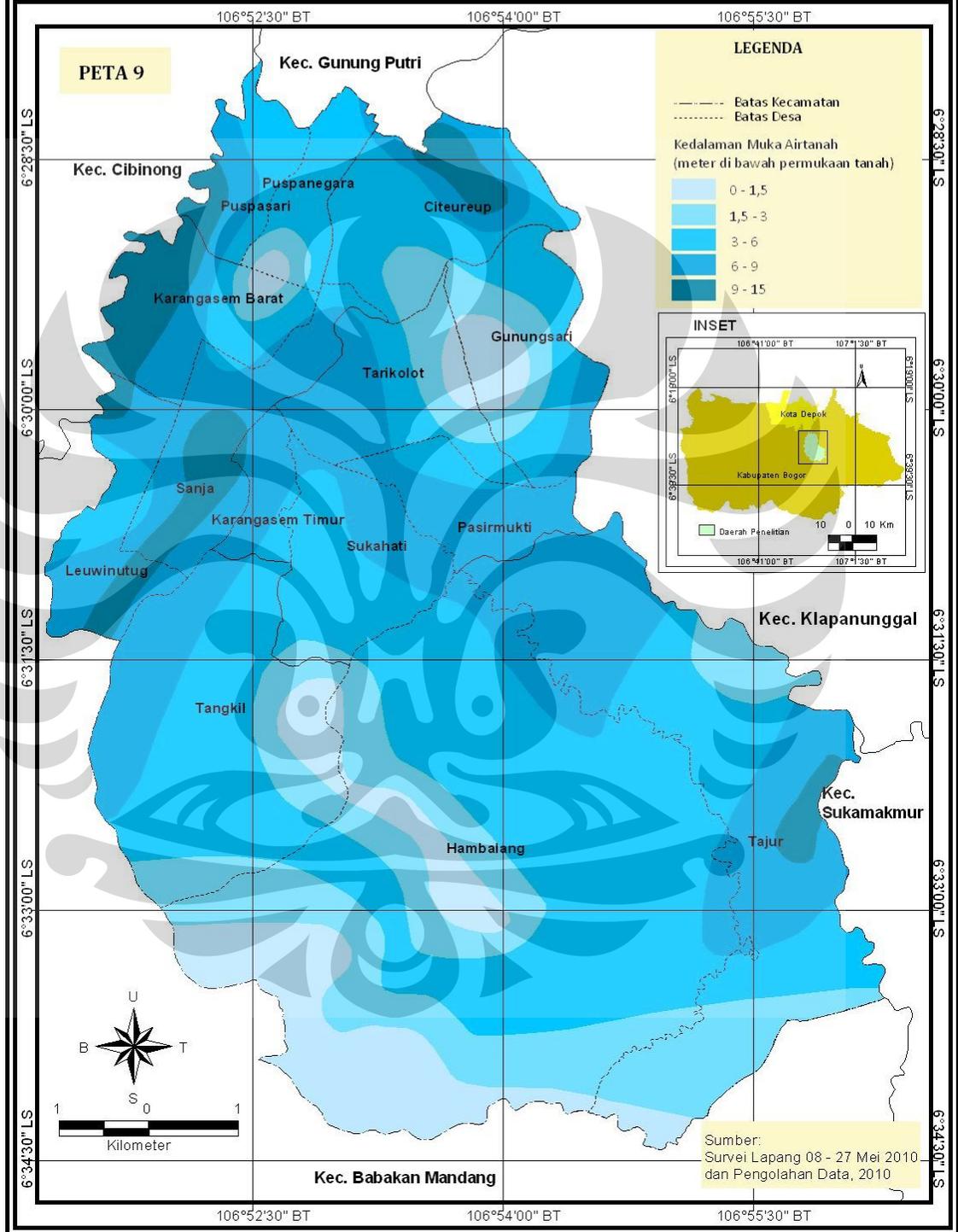
JARINGAN SUNGAI KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR



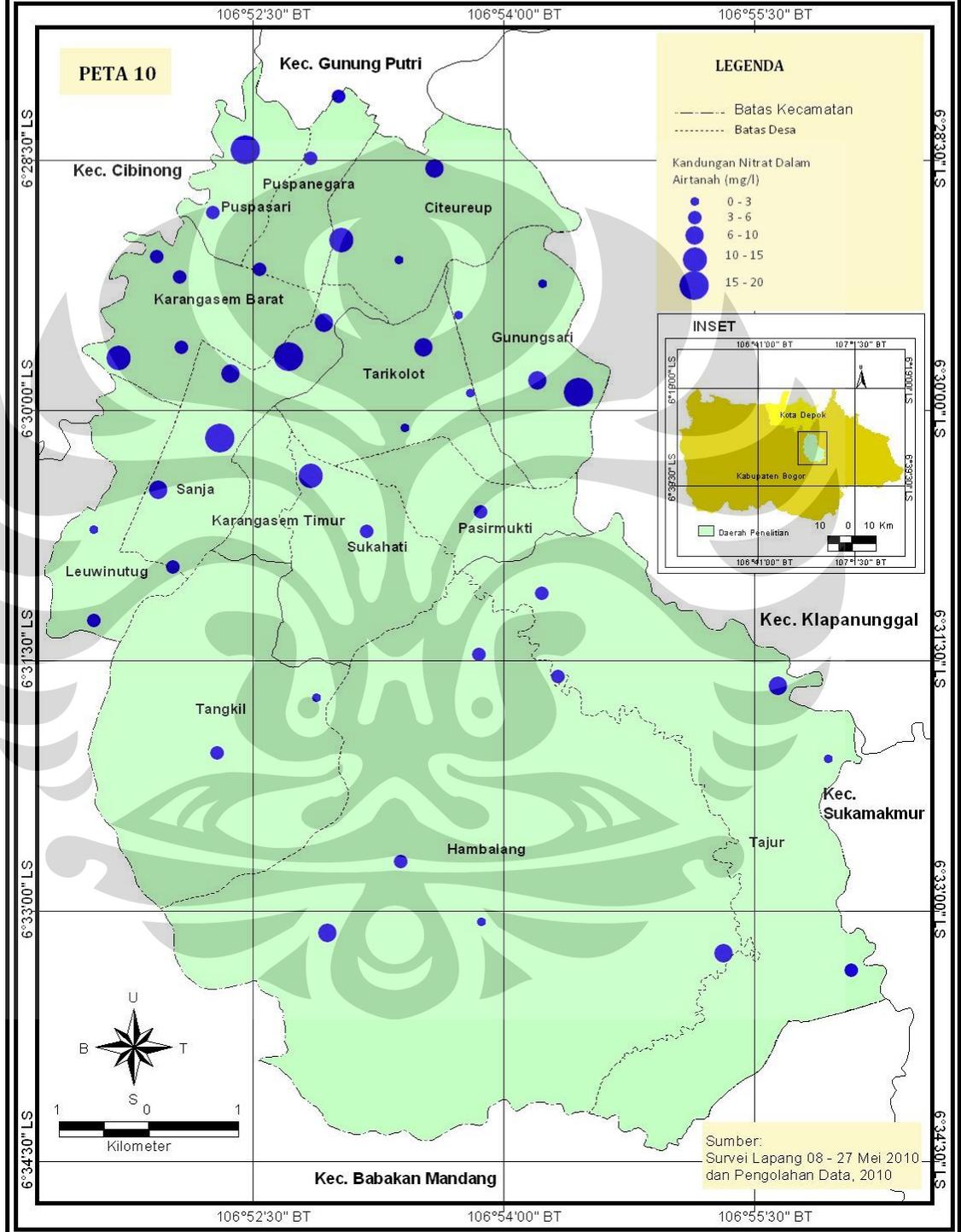
PENGUNAAN TANAH KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR



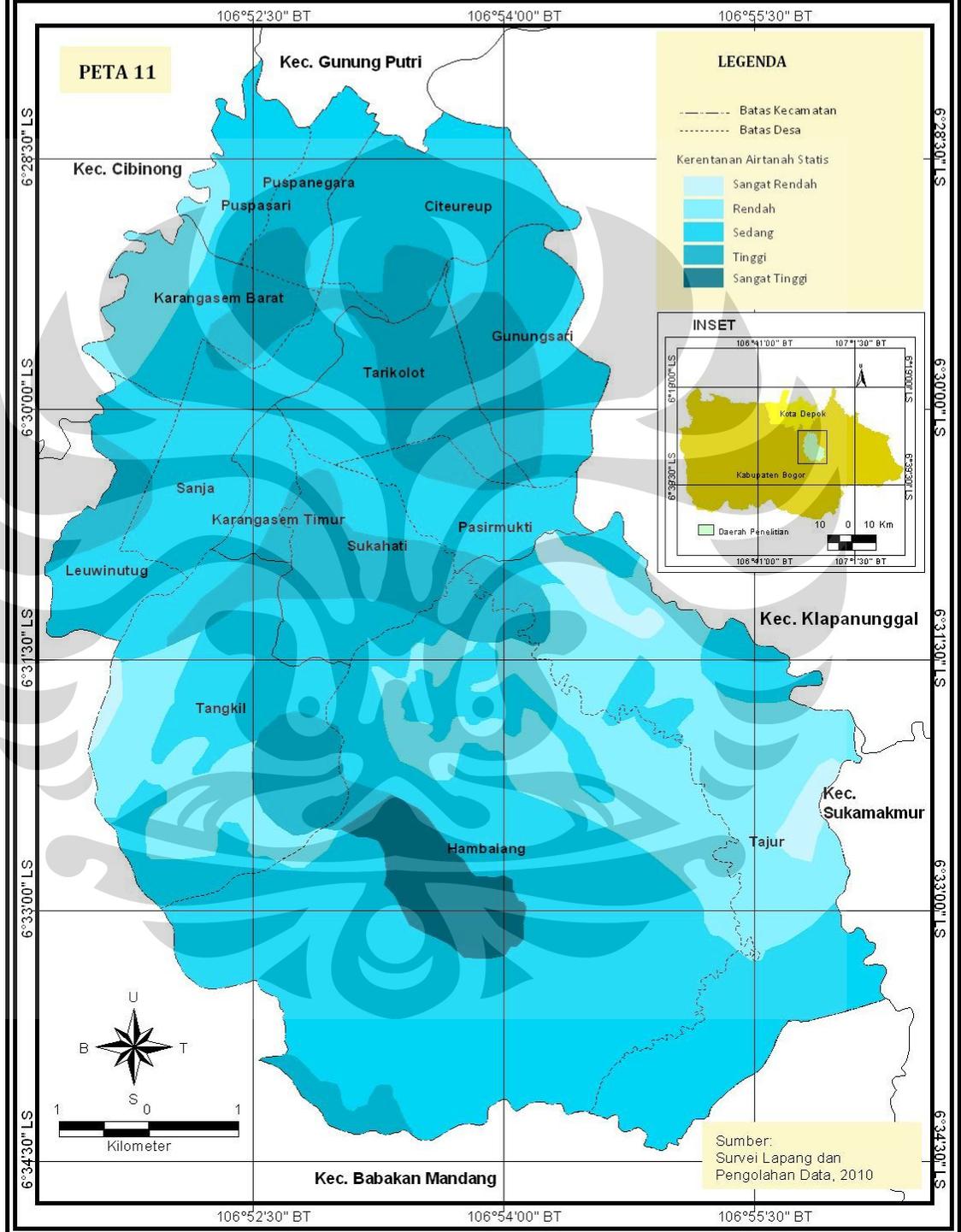
KEDALAMAN UNTUK MENCAPAI MUKA AIRTANAH KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR



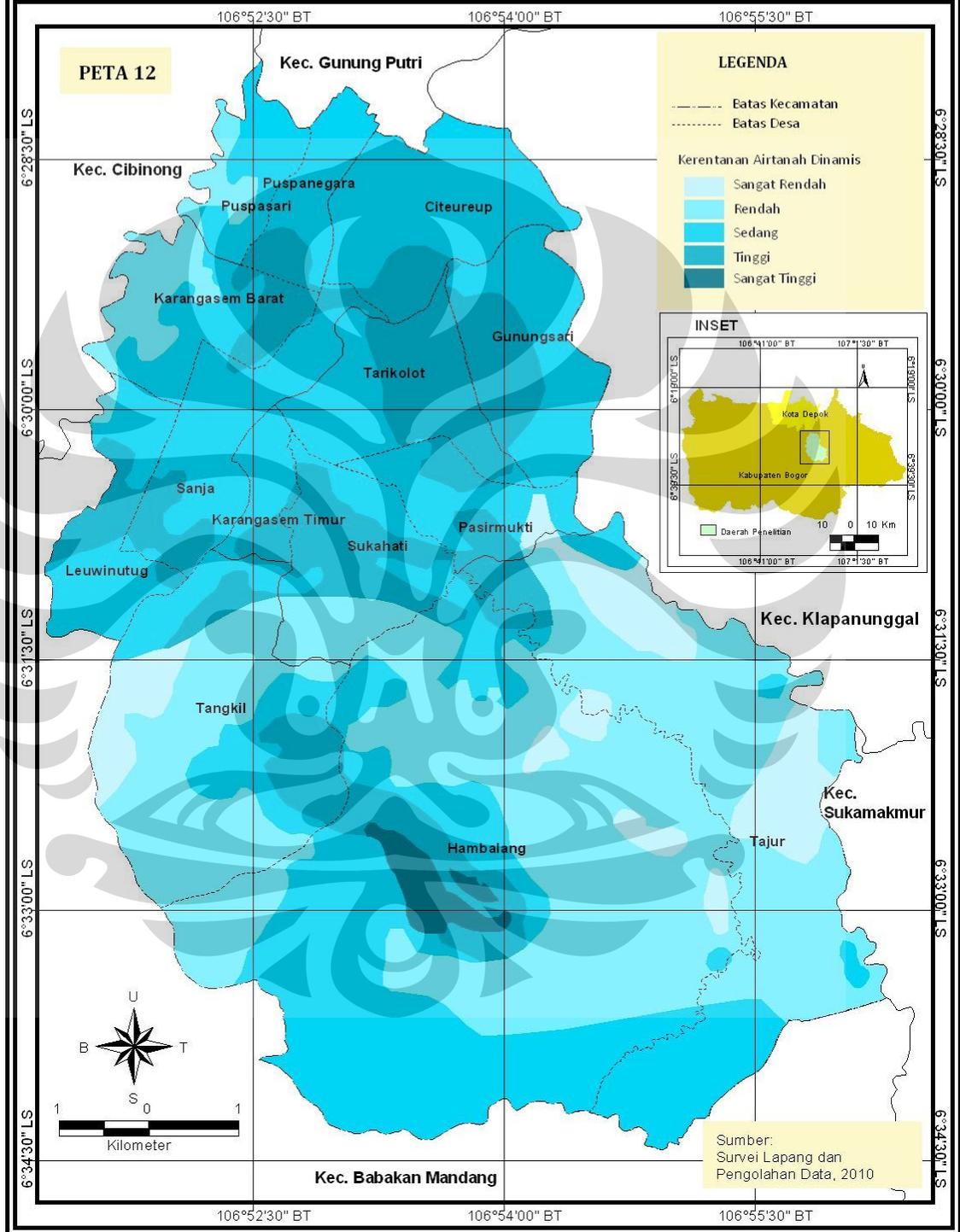
KONSENTRASI NITRAT SEBAGAI NITROGEN ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) DALAM AIRTANAH DANGKAL KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR



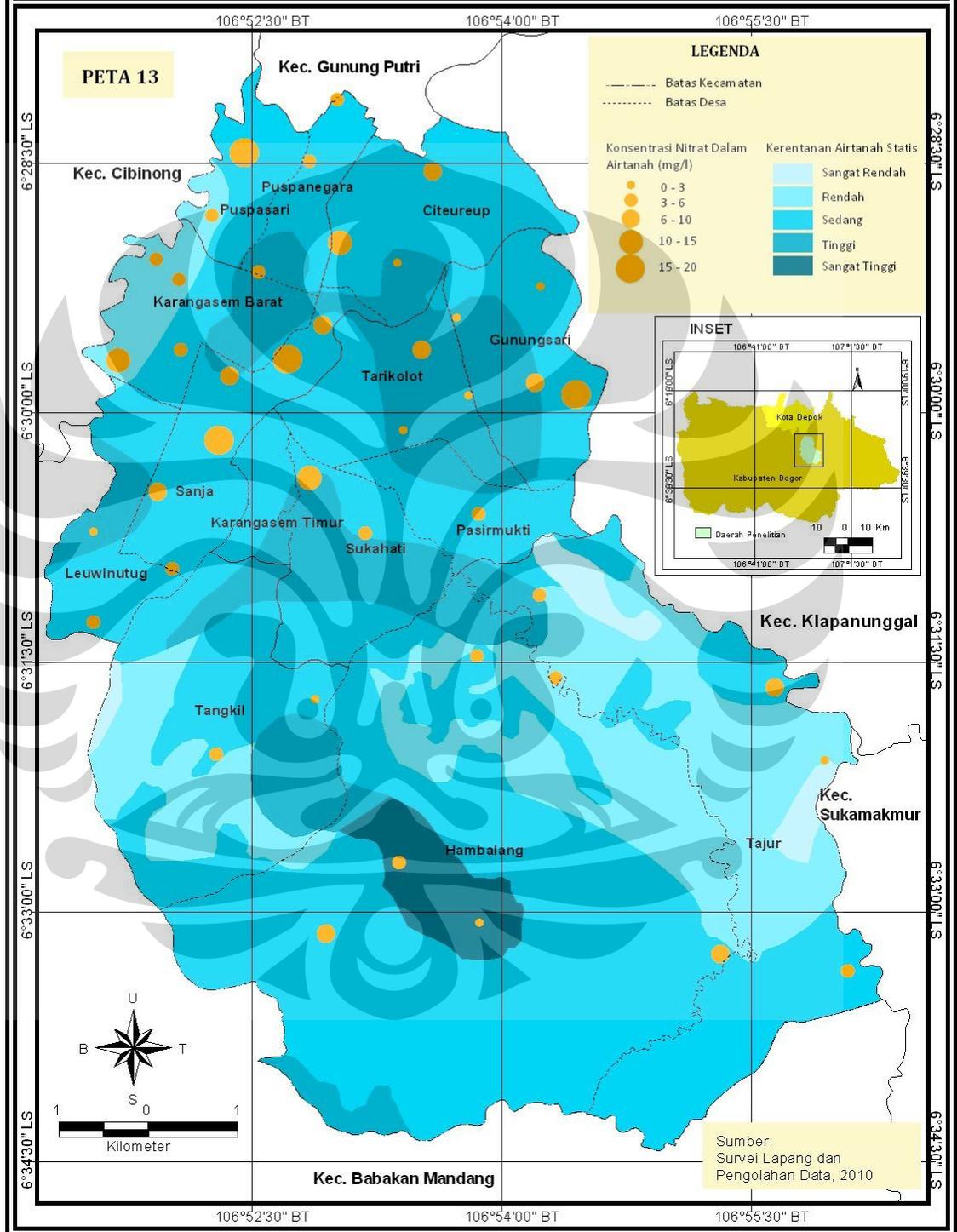
KERENTANAN AIRTANAH DANGKAL STATIS KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR



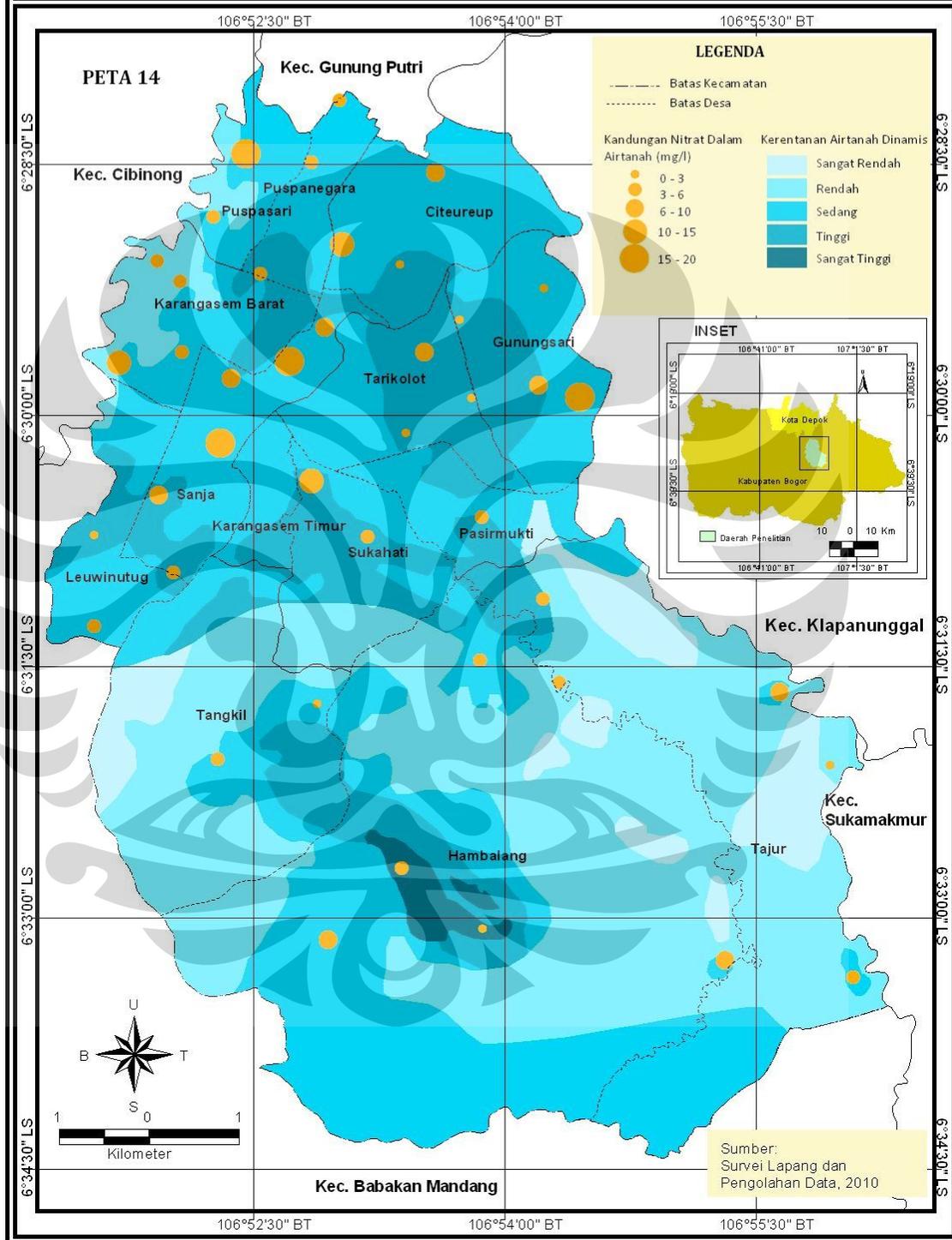
KERENTANAN AIRTANAH DANGKAL DINAMIS KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR



KONSENTRASI NITRAT BERDASARKAN KERENTANAN AIRTANAH DANGKAL STATIS KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR



KONSENTRASI NITRAT BERDASARKAN KERENTANAN AIRTANAH DANGKAL DINAMIS KECAMATAN CITEUREUP, KABUPATEN BOGOR





Lampiran 1

Hasil Survei Lapangan (08 Mei 2010 - 27 Mei 2010)

No	Ketinggian (mdpl)	Tanggal/ jam Pengamatan			Pemilik Sumur	Kedalaman utk mencapai MAT (m)	Kondisi Fisik Sumur Gali	Kondisi Air Sumur pd Musim Kemarau	Penggunaan Tanah sekitar	Kadar nitrat (mg/l)			
		Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3						H1	H2	H3	Rata-rata
1	157	08-05-2010/ 11.45	09-05-2010/ 11.10	25-05-2010/ 13.45	Ibu Nurul	6,00	Tertutup	Berair	Industri	16,6	15,2	14,2	15,34
2	130	08-05-2010/ 13.15	09-05-2010/ 11.45	-	Bpk Tholib	11,72	Terbuka	Berair	Industri	5,3	6,0	-	5,65
3	127	08-05-2010/ 13.30	09-05-2010/ 12.40	-	Ibu Dar	10,5	Tertutup	Berair	Industri	6,7	5,1	-	5,9
4	109	09-05-2010/ 14.00	10-05-2010/ 12.35	-	Ibu Juju	8,23	Terbuka	Berair	Industri	2,7	3,8	-	3,25
5	125	09-05-2010/ 14.30	10-05-2010/ 13.25	25-05-2010/ 14.15	Bpk. Safei	10,25	Terbuka	Kering	Permukiman	13,2	15,8	14,4	14,47
6	160	09-05-2010/ 16.35	10-05-2010/ 14.11	-	Bpk. Yadin	9,31	Terbuka	Berair	Permukiman	4,6	3,9	-	4,25
7	157	09-05-2010/ 17.32	10-05-2010/ 14.45	-	Ibu Nur	8,18	Tertutup	Kering	Permukiman	3,9	3,6	-	3,75

(Lanjutan)

No	Ketinggian (mdpl)	Tanggal/ jam Pengamatan			Pemilik Sumur	Kedalaman utk mencapai MAT (m)	Kondisi Fisik Sumur Gali	Kondisi Air Sumur pd Musim Kemarau	Penggunaan Tanah sekitar	Kadar nitrat (mg/l)			
		Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3						H1	H2	H3	Rata-rata
8	147	11-05-2010/ 13.31	12-05-2010/ 12.14	-	Ibu Hj. Sani	4,8	Terbuka	Berair	Tegalan, Industri	2,7	3,1	-	2,9
9	145	11-05-2010/ 13.55	12-05-2010/ 10.35	25-05-2010/ 14.25	Bpk. Udin	10,72	Tertutup	Berair	Permukiman	20,6	22,0	16,9	19,84
10	159	11-05-2010/ 14.15	12-05-2010/ 11.15	25-05-2010/ 14.35	Bpk. Drajat	8,3	Terbuka	Berair	Permukiman	12,1	15,2	19,7	15,67
11	102	11-05-2010/ 14.45	12-05-2010/ 11.32	-	Bpk. Eman	0,85	Terbuka	Berair	Permukiman	5,1	5,7	-	5,4
12	104	11-05-2010/ 16.00	12-05-2010/ 11.55	25-05-2010/ 15.35	Ibu Nur janah	10,7	Terbuka	Kering	Industri	9,4	8,2	10,5	9,37
13	96	11-05-2010/ 16.30	12-05-2010/ 12.22	-	Bpk Icon	3,82	Terbuka	Berair	Permukiman	5,2	4,8	-	5,0
14	99	11-05-2010/ 17.00	12-05-2010/ 12.41	-	Bpk. Hendi	3,85	Tertutup	Berair	Permukiman	4,4	5,2	-	4,8

Universitas Indonesia

(Lanjutan)

No	Ketinggian (mdpl)	Tanggal/ jam Pengamatan			Pemilik Sumur	Kedalaman utk mencapai MAT (m)	Kondisi Fisik Sumur Gali	Kondisi Air Sumur pd Musim Kemarau	Penggunaan Tanah sekitar	Kadar nitrat (mg/l)			
		Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3						H1	H2	H3	Rata-rata
15	186	12-05-2010/ 13.15	13-05-2010/ 11.15	-	Bpk. Usman	9,2	Tertutup	Berair	Permukiman	1,7	2,2	-	1,95
16	151	12-05-2010/ 14.00	13-05-2010/ 11.42	-	Ibu Menah	2,3	Terbuka	Kering	Permukiman	7,0	8,2	-	7,6
17	220	12-05-2010/ 15.00	13-05-2010/ 12.31	-	Bpk. Apat	5,72	Terbuka	Berair	Permukiman	4,5	5	-	4,75
18	200	12-05-2010/ 16.00	13-05-2010/ 12.55	-	Bpk. Rahmat	8,2	Tertutup	Berair	Permukiman	5,0	4,8	-	4,9
19	142	12-05-2010/ 16.45	13-05-2010/ 13.23	-	Bpk. Surur	5,13	Tertutup	Berair	Sawah	1,0	3,5	-	2,25
20	164	12-05-2010/ 17.03	13-05-2010/ 13.45	-	Bpk. Sumadi	7,24	Tertutup	Berair	Permukiman	3,6	3,0	-	3,3
21	110	12-05-2010/ 17.32	13-05-2010/ 14.03	25-05-2010/ 17.10	Bpk. Wawan	4,8	Tertutup	Berair	Permukiman, Industri	9,2	13,7	18,9	13,94

Universitas Indonesia

(Lanjutan)

No	Ketinggian (mdpl)	Tanggal/ jam Pengamatan			Pemilik Sumur	Kedalaman utk mencapai MAT (m)	Kondisi Fisik Sumur Gali	Kondisi Air Sumur pd Musim Kemarau	Penggunaan Tanah sekitar	Kadar nitrat (mg/l)			
		Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3						H1	H2	H3	Rata-rata
22	106	14-05-2010/ 13.30	15-05-2010/ 9.45		Bpk. Yajid	2,52	Tertutup	Kering	Permukiman, Industri	1,9	3,1	-	2,5
23	142	14-05-2010/ 14.05	15-05-2010/ 10.21	25-05-2010/ 16.00	Ibu Aam	6,15	Terbuka	Berair	Permukiman	22,6	12,9	15,2	16,9
24	115	14-05-2010/ 14.20	15-05-2010/ 10.42	-	Ibu Ratna	1,75	Terbuka	Berair	Permukiman	2,7	1,9	-	2,3
25	139	14-05-2010/ 15.00	15-05-2010/ 11.24	-	Ibu Bedah	4,5	Terbuka	Berair	Tegalan	2,4	3	-	2,7
26	520	15-05-2010/ 11.45	16-05-2010/ 10.23	-	Ibu Mei	0,65	Terbuka	Berair	Permukiman, tegalan	2,2	3,6	-	2,9
27	389	15-05-2010/ 13.05	16-05-2010/ 10.52	-	Ibu Titin	1,5	Terbuka	Berair	Permukiman, tegalan, sawah	6,8	7,4	-	7,1
28	462	15-05-2010/ 14.15	16-05-2010/ 11.05	-	Ibu Idah	2,25	Terbuka	Berair	Permukiman, tegalan	2,7	3,8	-	3,25

Universitas Indonesia

(Lanjutan)

No	Ketinggian (mdpl)	Tanggal/ jam Pengamatan			Pemilik Sumur	Kedalaman utk mencapai MAT (m)	Kondisi Fisik Sumur Gali	Kondisi Air Sumur pd Musim Kemarau	Pergunaan Tanah sekitar	Kadar nitrat (mg/l)			
		Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3						H1	H2	H3	Rata-rata
29	282	15-05-2010/ 15.10	16-05-2010/ 11.22	-	Bpk. Saep	5	Terbuka	Berair	Permukiman, tegalan	3,8	4,6	-	4,2
30	301	15-05-2010/ 15.38	16-05-2010/ 11.45	-	Bpk. Agus	0,5	Terbuka	Berair	Permukiman, tegalan	2,5	3	-	2,75
31	135	15-05-2010/ 16.08	16-05-2010/ 12.12	25-05-2010/ 16.25	Bpk. Sulemi	5,8	Tertutup	Berair	Permukiman	15,6	13,2	14,8	14,53
32	120	15-05-2010/ 16.45	16-05-2010/ 12.21	-	Bpk. Ahmad	2	Terbuka	Kering	Permukiman, Industri	7,2	6,6	-	6,9
33	246	16-05-2010/ 13.15	17-05-2010/ 10.15	-	Bpk. Jaja	4,25	Terbuka	Berair	Sawah, tegalan	4,8	5,4	-	5,1
34	255	16-05-2010/ 13.05	17-05-2010/ 11.03	-	Bpk. Supardi	6,1	Terbuka	Berair	Sawah, tegalan	5,2	8,2	-	6,7
35	163	25-05-2010/ 13.10	26-05-2010/ 10.10	-	Ibu Hani	10,75	Terbuka	Berair	Permukiman	4,8	5,6	-	5,2

Universitas Indonesia

(Lanjutan)

No	Ketinggian (mdpl)	Tanggal/ jam Pengamatan			Pemilik Sumur	Kedalaman utk mencapai MAT (m)	Kondisi Fisik Sumur Gali	Kondisi Air Sumur pd Musim Kemarau	Pergunaan Tanah sekitar	Kadar nitrat (mg/l)			
		Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3						H1	H2	H3	Rata-rata
36	130	25-05-2010/ 13.25	26-05-2010/ 10.40	-	Bpk. Karim	0,5	Terbuka	Berair	Tegalan	1,2	3	-	2,1
37	133	25-05-2010/ 16.15	26-05-2010/ 10.55	-	Bpk. Jajang	2	Terbuka	Berair	Permukiman	7,1	5,9	-	6,5
38	152	25-05-2010/ 16.40	26-05-2010/ 11.35	27-05-2010/ 09.10	Bpk. H. Mamat	6,1	Terbuka	Kering	Permukiman	4,3	9,4	6,7	6,8
39	157	25-05-2010/ 15.10	26-05-2010/ 11.50	27-05-2010/ 09.25	Bpk. Jejen	6,2	Tertutup	Berair	Industri	7,2	6,8	6,4	6,8
40	153	25-05-2010/ 17.10	26-05-2010/ 12.40	27-05-2010/ 09.40	Bpk. Oman	7,1	Terbuka	Berair	Permukiman	8,2	8,7	6,8	7,9
41	180	26-05-2010/ 13.20	27-05-2010/ 10.15	-	Bpk. Deni	6,8	Terbuka	Berair	Permukiman	3,9	5,2	-	4,55
42	146	26-05-2010/ 14.00	27-05-2010/ 11.00	-	Ibu. Siti	6,45	Terbuka	Berair	Permukiman	5,6	4,2	-	4,9

[Sumber : Survei Lapang tahun 2010]

Lampiran 2. Perhitungan uji Kolmogorov-Smirnov

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kedalaman	Nitrat	statis	dinamis
N		42	42	42	42
Normal Parameters(a,b)	Mean	5.6831	6.5919	121.19	153.19
	Std. Deviation	3.21479	4.58532	16.173	16.173
Most Extreme Differences	Absolute	.099	.218	.149	.149
	Positive	.099	.218	.149	.149
	Negative	-.067	-.156	-.136	-.136
Kolmogorov-Smirnov Z		.644	1.411	.966	.966
Asymp. Sig. (2-tailed)		.802	.037	.308	.308

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa:

1. Data kedalaman untuk mencapai muka airtanah berdistribusi normal, karena nilai signifikan $> \alpha$ yaitu $0,802 > 0,05$.
2. Data konsentrasi nitrat tidak berdistribusi normal, karena nilai signifikan $> \alpha$ yaitu $0,037 < 0,05$.
3. Data kerentanan statis berdistribusi normal, karena nilai signifikan $> \alpha$ yaitu $0,308 > 0,05$
4. Data kerentanan dinamis berdistribusi normal, karena nilai signifikan $> \alpha$ yaitu $0,308 > 0,05$

Lampiran 3. Perhitungan *chi square* antara wilayah kerentanan airtanah dangkal statis dengan konsentrasi nitrat dalam airtanah dangkal

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
statis * nitrat	42	100.0%	0	.0%	42	100.0%

statis * nitrat Crosstabulation

Count		nitrat					Total
		0-3	3-6	6-9	9-15	>15	
statis	Sangat rendah	1	0	0	0	0	1
	Rendah	0	4	0	1	0	5
	Sedang	2	10	7	1	4	24
	Tinggi	5	2	2	1	0	10
	Sangat tinggi	1	1	0	0	0	2
Total		9	17	9	3	4	42

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	21.046 ^a	16	.177
Likelihood Ratio	23.275	16	.107
Linear-by-Linear Association	.980	1	.322
N of Valid Cases	42		

a. 22 cells (88.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .07.

Lampiran 4. Perhitungan *chi square* antara wilayah kerentanan airtanah dangkal dinamis dengan konsentrasi nitrat dalam airtanah dangkal

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
dinamis * nitrat	42	100.0%	0	.0%	42	100.0%

dinamis * nitrat Crosstabulation

Count		nitrat					Total
		0-3	3-6	6-9	9-15	>15	
dinamis	Sangat rendah	1	0	0	0	0	1
	Rendah	0	3	0	0	0	3
	sedang	2	8	5	2	4	21
	Tinggi	5	5	4	1	0	15
	Sangat tinggi	1	1	0	0	0	2
Total		9	17	9	3	4	42

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	26.394 ^a	16	.048
Likelihood Ratio	28.249	16	.034
Linear-by-Linear Association	1.694	1	.005
N of Valid Cases	42		

a. 23 cells (92.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .07.

Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan Survei Lapangan



Foto 1. Sumur di lokasi sampel 3
(dokumentasi pribadi, 08 Mei 2010, pk. 11.45 WIB)



Foto 2. Pengambilan sampel air sumur di lokasi sampel 11
(dokumentasi pribadi, 11 Mei 2010, pk. 14.45 WIB)



Foto 3. Kondisi fisik sumur di lokasi sampel 40
(dokumentasi pribadi, 25 Mei 2010, pk. 17.10 WIB)



Foto 4. Sumur gali warga di lokasi sampel 39
(dokumentasi pribadi, 26 Mei 2010, pk. 15.10 WIB)



Foto 6. Sumur di lokasi sampel 27
(dokumentasi pribadi, 15 Mei 2010, pk. 13.15 WIB)

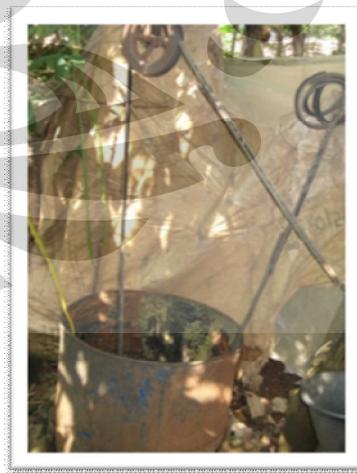


Foto 6. Sumur di lokasi sampel 23
(dokumentasi pribadi, 14 Mei 2010, pk. 14.15 WIB)



Universitas Indonesia