



UNIVERSITAS INDONESIA

**SEBARAN KONSENTRASI NITRAT
PADA AIRTANAH DANGKAL DI DATARAN RENDAH BEKASI**

SKRIPSI

**RAHMATIAH SUNARTI
0304060649**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI GEOGRAFI
DEPOK
JULI 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**SEBARAN KONSENTRASI NITRAT
PADA AIR TANAH DANGKAL DI DATARAN RENDAH BEKASI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains

**RAHMATIAH SUNARTI
0304060649**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI GEOGRAFI
DEPOK
JULI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Rahmatiah Sunarti

NPM : 0304060649

Tanda Tangan : *Rahmatiah*

Tanggal : 13 Juli 2009

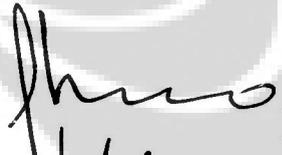
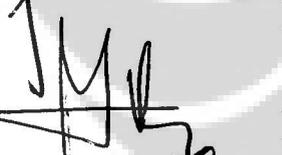
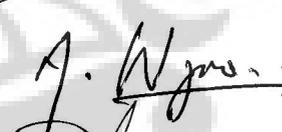
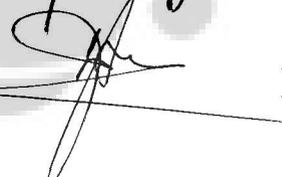
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Rahmatiah Sunarti
NPM : 0304060649
Program Studi : Geografi
Judul Skripsi : Sebaran Konsentrasi Nitrat pada Airtanah Dangkal di Dataran Rendah Bekasi

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr.rer.nat. Eko Kusratmoko, MS ()
Pembimbing II : Drs. Cholifah Bahaudin, MA ()
Penguji I : Drs. Sobirin, MSi ()
Penguji II : Dr.Ir. Tarsoen Wahyono, MS ()
Penguji III : Dr. Rokhmatullah, M. Eng ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 13 Juli 2009

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim,

Alhamdulillah rabbil alamin, segala puji bagi-Mu Ya Rabb, pemberi cinta paling hakiki, yang senantiasa menyiapkan rencana sempurna untuk hamba-Mu ini. Puji syukurku pada-Mu yang telah memudahkan segala kesulitan, melapangkan segala kesempitan, menenangkan segala kegundahan, serta memberi petunjuk atas segala kebuntuan. Salam kemuliaan bagi kekasih-Nya, Rasulullah Muhammad SAW, juga untuk keluarga, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, saya menyadari banyak pihak-pihak yang telah membantu saya. Untuk itu, pada lembar ini, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. rer. nat. Eko Kusratmoko, MS dan Bapak Drs. Cholifah Bahaudin, MA selaku pembimbing I dan pembimbing II, yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk membimbing saya dalam proses penyusunan skripsi;
2. Bapak Drs. Sobirin, M.Si dan Bapak Dr. Ir. Tarsoen Wahyono, MS selaku penguji I dan penguji II. Terima kasih atas segala kritik dan saran yang sangat membangun;
3. Segenap dosen Geografi dan dosen Universitas Indonesia atas semua ilmu yang telah diberikan;
4. Kedua orangtua tercinta, Mama dan Papa, yang kasih sayangnya senantiasa mengalir dan selalu bekerja keras demi memberikan yang terbaik untuk anak-anaknya, atas segala doa, cinta, serta pengorbanan yang tak cukup diungkapkan hanya dengan ucapan terima kasih. Semoga Allah menyayangi Mama dan Papa seperti Mama dan Papa menyayangi Ade. Untuk kakakku, Endang, terima kasih sudah beri Ade kesempatan buat melanjutkan skripsi yang tertunda, semoga selalu bisa jadi panutan untuk Ade, Ali dan Yogi.

Untuk adik-adikku, Ali dan Yogi, tambah pinter, rajin belajar, sukses buat kuliah dan ujian akhirnya;

5. Teman-teman Geografi Angkatan 2004. Untuk temen-temen super, Candra, Corry, Nia dan Novi, terima kasih banyak, so much more than thanks, untuk semua bantuannya. Teman-teman seperjuanganku Erika, Sista, Tya serta nurul dan Marwah yang membuatku bersemangat kembali melanjutkan skripsi, juga temen-temen lain yang tidak bisa disebutkan satu per satu, atas ukhuwah dan persahabatan yang ga akan bisa dilupain;
6. Temen-temenku, Nani terima kasih buat transfer ilmu kimianya, Ruqoyah atas tempat singgahnya selama di Bandung, dan Desy makasih buat filosofi “Plan B-nya”. Para ambariero: Mba Sri, Tete, Kiki, Denok, Meila, Vini, Khusnul, Mega dkk yang udah buat kosan senyaman rumah;
7. Pak Wisnu, Pak Ladi, dan juga segenap staf dekanat yang membantuku sehingga seminar pada semester ini bisa terlaksana;
8. Last but not least, dua orang nun jauh di sana tapi selalu kusyukuri keberadaannya, Puput dan Inge, yang membantuku mengenal dan memperbaiki diri. Serta untuk Pak Igun, Bu Evi dan Pak Teguh, terima kasih sudah memfasilitasiku;
9. Orang-orang yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu dan memiliki peran yang tidak kalah penting dalam penulisan skripsi dan kehidupan penulis. Semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua. Amin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, saran dan kritik yang membangun diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan Indonesia.

Depok, Juli 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Rahmatiah Sunarti
NPM : 0304060649
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 Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

"Sebaran Konsentrasi Nitrat pada Airtanah Dangkal di Dataran Rendah Bekasi"

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/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 2009

Yang menyatakan



(Rahmatiah Sunarti)

ABSTRAK

Nama : Rahmatiah Sunarti
Program Studi : Geografi
Judul : Sebaran Konsentrasi Nitrat pada Air Tanah Dangkal di Dataran Rendah Bekasi

Sumber airtanah dangkal sangat peka terhadap sumber pencemaran. Pada daerah-daerah dengan sistem pertanian intensif, pemakaian pupuk nitrogen merupakan sumber potensial terhadap pencemaran senyawa nitrat pada airtanah dangkal. Fluktuasi konsentrasi senyawa nitrat dipengaruhi oleh banyak faktor secara bersamaan, seperti hidrogeologi, geologi, jarak sawah ke sumur dan aktivitas pemupukan. Hasil observasi terhadap 36 lokasi sampel airtanah dangkal di daerah persawahan Bekasi Utara menunjukkan konsentrasi senyawa nitrat pada sampel airtanah tersebut masih di bawah nilai ambang batas untuk bahan baku air minum. Rendahnya konsentrasi senyawa nitrat tersebut menandakan bahwa pencemaran airtanah dangkal akibat pemakaian pupuk di daerah pesawahan daerah penelitian masih kecil.

Kata Kunci: airtanah dangkal, pupuk nitrogen, konsentrasi nitrat, sawah

ABSTRACT

Name : Rahmatiah Sunarti
Study Program : Geography
Title : The Spread of Nitrate Concentration in Shallow Groundwater at Lowland Bekasi

Shallow groundwater is sensitived to contaminate. In the areas with intensive agriculture system, consumption of nitrogen fertilizers is the potential source where nitrate can contaminate groundwater. The fluctuation of nitrate concentration is influenced by many factors, including hidrogeological condition, geology, distance between rice field to the well and fertilization activities. According to observation on 36 location of shallow groundwater in rice field of North Bekasi, it showed that nitrate concentration on groundwater samples still below threshold level for drinking water's raw material. The result indicates that contamination of shallow groundwater due to the fertilizing in agriculture area at North Bekasi is still insignificant.

Key words: shallow groundwater, nitrogen fertilizers, nitrate concentration, rice field

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Airtanah (<i>Groundwater</i>)	5
2.1.1 Proses pembentukan airtanah	5
2.1.2 Porositas serta permeabilitas lapisan tanah dan batuan	8
2.1.3 Keberadaan airtanah	10
2.1.4 Pergerakan Airtanah	12
2.1.5 Transportasi Zat Pencemar	12
2.2 Siklus Nitrogen dalam Airtanah	13
2.3 Pergerakan Senyawa Nitrogen Dalam Lapisan Akifer	15
2.4 Pertanian	15
2.4.1 Sawah	15
2.4.2 Pupuk	16
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	18

3.1	Pengumpulan Data	18
3.1.1	Data Primer	18
3.1.2	Data Sekunder	18
3.1.3	Alat dan Bahan	19
3.1.4	Penentuan Jumlah dan Lokasi Sampel	19
3.1.5	Pengukuran Data	19
3.2	Pengolahan Data	20
3.2.1	Perhitungan Statistik	20
3.2.2	Pengolahan Arcview 3.3	22
3.3	Analisis Data	22
3.4	Bagan Alir	23
BAB IV. GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN		24
4.1	Fakta Umum Daerah Penelitian	24
4.2	Morfologi	27
4.3	Kondisi Geologi	28
4.4	Kondisi Hidrogeologi	29
4.4.1	Sistem Akifer	29
4.4.2	Kelompok Akifer	29
4.4.3	Produktivitas Akifer	30
4.4.4	Pola Aliran Airtanah Dangkal	30
4.5	Iklm	31
4.6	Aktivitas Pertanian	31
4.7	Aktivitas Pemupukan	34
4.8	Komponen Air Bersih	35
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN		36
5.1	Konsentrasi Senyawa Nitrat dalam Air Permukaan	36
5.2	Konsentrasi Senyawa Nitrat dalam Air Tanah Dangkal	38
5.3	Hubungan Antara Konsentrasi Nitrat dengan Jarak Sumur Ke Sawah	40

5.4	Hubungan Konsentrasi Nitrat dengan Kedalaman untuk Mencapai Muka Airtanah	43
5.5	Hubungan antara Aktivitas Pemupukan, Hidrogeologi dan Geologi terhadap Konsentrasi Nitrat	45
5.6	Sebaran Konsentrasi Nitrat pada Air Tanah Dangkal	48
BAB VI. KESIMPULAN		50
DAFTAR PUSTAKA		51



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Airtanah merupakan salah satu air baku yang banyak dimanfaatkan oleh manusia guna menunjang kebutuhan, baik untuk keperluan rumah tangga (domestik), industri, maupun pertanian. Untuk memenuhi kebutuhan air dituntut jumlah yang cukup maupun kualitas yang memadai. Hal ini perlu ditekankan bahwa seringkali air cukup dari segi kuantitas, namun dari sisi kualitas tidak memenuhi syarat untuk pemenuhan kebutuhan. Kualitas air, baik air permukaan maupun airtanah, dapat menurun akibat terjadi pencemaran. Pencemaran dapat berasal dari berbagai macam sumber dan dapat membahayakan kesehatan manusia. Sumber-sumber pencemar airtanah antara lain berasal dari limbah domestik (*septic tank* dan jamban), limbah industri, limbah tambang, tempat sampah dan limbah pertanian (Lundgren, 1986; Domenico dan Schwartz, 1990; Fetter 1994 dalam Widyastuti, 2006). Sedangkan jenis zat pencemar dapat berupa kimiawi, biologi, dan fisis.

Pencemar kimia yang umum dijumpai di pada airtanah adalah nitrogen terlarut dalam bentuk nitrat (NO_3^-). Limbah dari lahan-lahan pertanian memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap polusi nitrat di dalam air permukaan dan air bawah tanah (Steenvoorden, 1989 dalam Kusratmoko dan Sobirin, 1994). Aktivitas pertanian yang berpotensi mengakibatkan pencemaran nitrat pada badan air berasal dari penggunaan pupuk nitrogen pada tanaman (Utama, 2007). Pemakaian pupuk nitrogen pada lahan pertanian dengan tanaman berupa padi dan sayur merupakan pemakaian nitrogen tertinggi pada lahan pertanian, bahkan sering tidak sesuai dengan rekomendasi pemakaian pupuk (Tupamahu, 1997). Rekomendasi yang diberikan Departemen Pertanian untuk jenis pupuk ini adalah 200 kg/ha, namun pada perkembangannya pemakaian pupuk ini

terus mengalami peningkatan yaitu mencapai 300 kg/ha. Bahkan pada beberapa daerah, takarannya mencapai 400-500 kg/ha (Wahid, 2003).

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Handa di India, Obermann di dataran rendah Rhine, Young di Winchester, Inggris, dan Klein di San Berdardine, California memperlihatkan tingginya konsentrasi senyawa nitrogen, terutama senyawa nitrat pada airtanah dangkal sebagai akibat pemakaian pupuk nitrogen (Kusratmoko dan Sobirin, 1994). Selain itu, sebuah penelitian oleh United States Geological Survey di daerah pertanian dimana pupuk nitrogen secara luas digunakan, menunjukkan bahwa lebih dari 8200 sumur di Amerika Serikat terkontaminasi oleh nitrat melebihi standar air minum yang telah ditetapkan oleh Environmental Protection Agency (EPA), yaitu 10 mg/l (Utama, 2007).

Banyak faktor yang berpengaruh terhadap konsentrasi nitrat. Faktor-faktor tersebut diantaranya adalah aktivitas sumber pencemar (seperti aktivitas pemupukan) dan jarak sumber air ke sumber pencemar. Menurut Glanville (1993), jarak antara sumur sebagai penyedia air bersih dan sawah yang direkomendasikan adalah minimum sekitar 50 meter, radius nitrat yang terbawa aliran airtanah mencapai 10 hingga lebih dari 150 meter, tergantung jumlah konsentrasi nitrat yang mencemari, jenis dan porositas dari tanah. Akumulasi dan penyebaran senyawa nitrat pada airtanah tergantung kepada kondisi hidrogeologi, geografi dan iklim (Pitjeva, 1982 dalam Kusratmoko dan Sobirin, 1994).

Pencemaran air tanah dapat menimbulkan permasalahan yang serius, mengingat air tanah merupakan sumber air yang dimanfaatkan oleh sebagian besar penduduk untuk memenuhi kebutuhan air minum. Tingginya kadar nitrat dalam sumber air atau perairan dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Bila sering terminum hingga ambang batas yang ditentukan akan menyebabkan *methaemoglobinemia*, yaitu penyakit yang mengakibatkan darah kekurangan oksigen. Batas maksimum konsentrasi nitrat untuk air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan tahun 1990 sebesar 10,0 mg/l.

Penelitian yang dilakukan ini mencoba mengetahui potensi tercemarnya airtanah dangkal akibat pengaruh pemakaian pupuk nitrogen, khususnya di daerah persawahan Kecamatan Bekasi Utara, Kota Bekasi. Hal ini dikarenakan penduduk Kota Bekasi masih banyak yang belum mendapat pelayanan air dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Data menunjukkan bahwa instalasi PDAM Kota Bekasi baru mampu melayani 130 ribu jiwa warga, atau 20 persen dari jumlah penduduk Kota Bekasi. Terbatasnya fasilitas air yang dapat diberikan oleh PDAM serta makin menurunnya sumber air permukaan seperti air sungai dan danau, maka pemanfaatan airtanah dangkal melalui pembuatan sumur menjadi alternatif masyarakat guna memenuhi kebutuhan akan air.

Uraian di atas menjadi dasar pertimbangan untuk mengkaji kualitas airtanah dangkal dengan parameter nitrat di daerah yang potensial terkontaminasi, yaitu di daerah pemukiman yang dekat dengan penggunaan tanah pertanian, khususnya sawah. Dengan hal tersebut diharapkan dapat menginformasikan tingkat keamanan pemanfaatan airtanah di Kecamatan Bekasi Utara, Kota Bekasi.

1.2 Perumusan Masalah

Airtanah dangkal rentan terhadap kontaminasi, sehubungan dengan aktivitas pertanian, seperti pemakaian pupuk nitrogen pada daerah persawahan yang berpotensi menimbulkan pencemaran nitrat, maka permasalahan yang akan dikaji adalah:

1. Bagaimana sebaran konsentrasi nitrat (NO_3^-) dalam airtanah dangkal di dataran rendah Bekasi?
2. Apakah faktor yang berpengaruh terhadap konsentrasi senyawa nitrat pada daerah tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui sebaran konsentrasi senyawa nitrat dalam airtanah dangkal di dataran rendah Bekasi.
2. Untuk mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap kandungan senyawa nitrat pada daerah tersebut.

1.4 Batasan Penelitian

1. Airtanah dangkal adalah airtanah yang terdapat di dalam akifer tanah teratas, tidak tertutup oleh lapisan yang kedap air dan berada pada kedalaman yang relatif terjangkau untuk diambil oleh penduduk melalui berbagai teknik pemanfaatan air (Soedarsono dan Takeda, 1987).
2. Sawah adalah aktivitas pertanian lahan basah yang dicirikan oleh pola pematang dan ditanami tanaman padi.
3. Daerah persawahan yang dimaksud dalam penelitian ialah daerah yang masih mendapat pengaruh sawah (radius 150 m dari sawah).
4. Pupuk adalah suatu bahan yang bersifat organik ataupun anorganik, bila ditambahkan kedalam tanah atau ke tanaman, dapat memperbaiki sifat fisik, sifat kimia, sifat biologi tanah dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.
5. Nitrat adalah bentuk senyawa nitrogen hasil dari proses nitrifikasi senyawa ammonium.
6. Kedalaman untuk mencapai airtanah adalah kedalaman air dari permukaan tanah.
7. Standar penentuan konsentrasi nitrat didasarkan pada Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/Per/IX/1990.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Airtanah (*Groundwater*)

Airtanah didefinisikan sebagai semua air yang terdapat dalam lapisan pengandung air di bawah permukaan tanah (akifer), termasuk di dalamnya mata air yang muncul secara alamiah di atas permukaan tanah. Airtanah terdapat dalam formasi-formasi tanah dan batuan cadas jenuh. Formasi-formasi ini dapat berupa batuan dasar atau lapisan tanah keras yang kompak yang terdiri atas tanah kapur, batu pasir, atau dapat juga berupa deposit pasir, lumpur dan pasir yang tidak kompak. Akifer terbentuk apabila formasi-formasi batuan atau tanah mengandung air dalam jumlah yang memadai untuk diambil melalui sumur. Sebaran akifer serta pengaliran airtanah tidak mengenal batas-batas kewenangan administrasi pemerintahan. Suatu wilayah yang dibatasi oleh batasan-batasan geologis yang mengandung satu akifer atau lebih dengan penyebaran luas disebut cekungan airtanah (CAT).

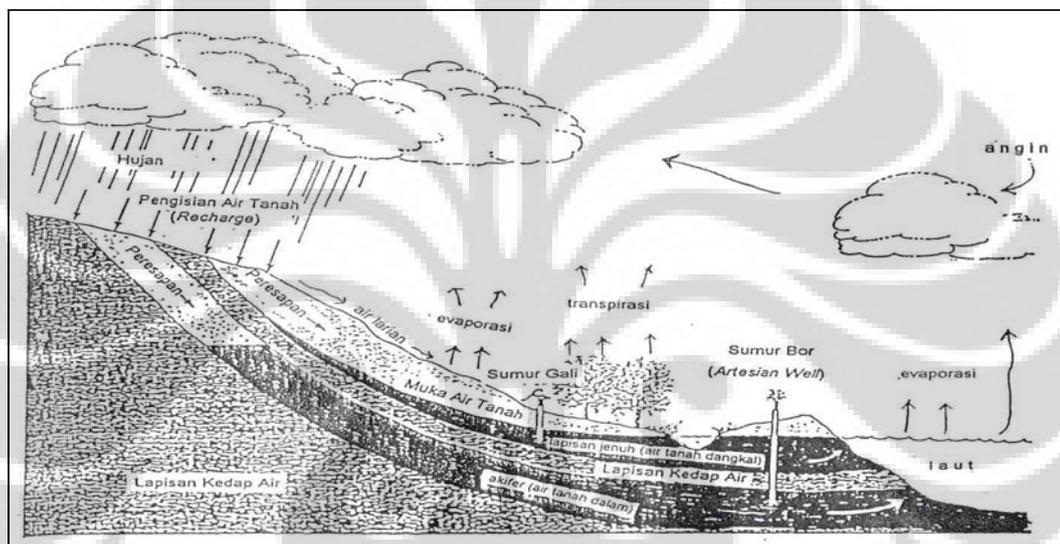
Air yang mengalir dengan pergerakan jauh lebih lambat di banding pergerakan air di atas permukaan tanah. Kecepatan gerakannya rata-rata 0,5-1 meter/hari. Laju kecepatannya tergantung kepada ukuran pori-pori dalam lapisan batu-batu (laju gerakannya lebih cepat melalui lapisan batu-batu yang berpori besar), derajat kemiringan hidrolik dari lapisan batu pembawa air, jarak tempuh, dan temperatur yang menentukan kecairannya. Dalam lapisan tanah dan batu yang sulit diterobos air, airtanah memerlukan waktu berbulan-bulan untuk mencapai jarak beberapa ratus meter.

2.1.1 Proses pembentukan airtanah

Air tanah bermula dari berbagai cara, salah satu diantaranya adalah perembesan air hujan ke dalam tanah. Air tanah bisa juga

terbentuk dari peristiwa kondensasi dan rembesan air danau, sungai, saluran air batuan, waduk-waduk, dan lain-lain. Air tanah yang terbentuk akibat infiltrasi dan akibat kondensasi sangat erat kaitannya terhadap kelembaban di atmosfer dan hidrosfer.

Air yang terinfiltrasi di daerah isian (*recharge area*) akibat presipitasi memberikan input kepada ketersediaan air bawah permukaan. Ketersediaan air bawah permukaan umumnya disebut airtanah (*groundwater*).

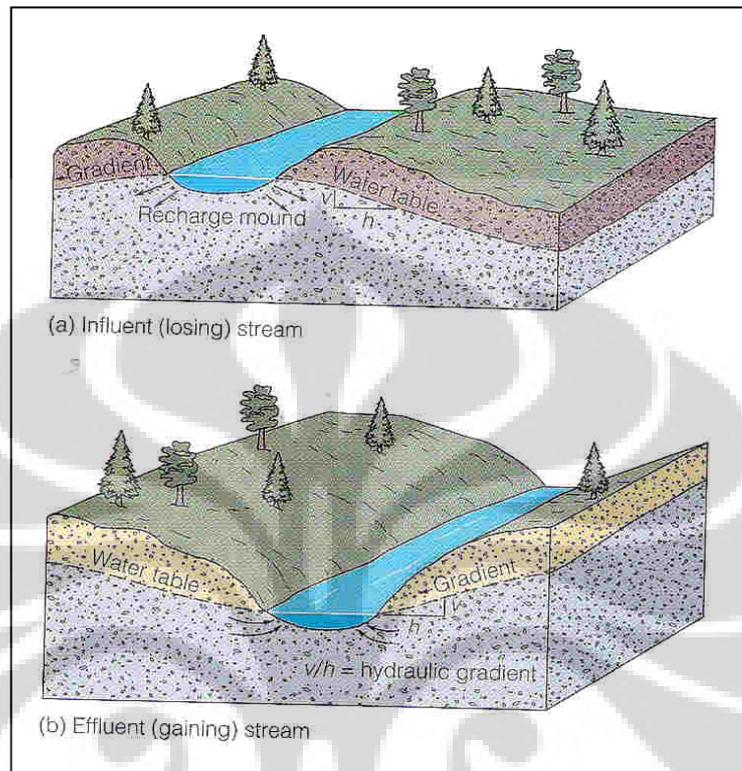


Gambar 2.1 Proses pembentukan airtanah

(Sumber: Miller, 1982 dalam Hamid, 1998)

Air hujan yang menyerap ke dalam tanah (airtanah) akan melalui lapisan-lapisan berbatuan sampai ke lapisan yang tidak tembus air (kedap air). Dengan demikian, pengaruh tekstur dan pori batuan sangatlah berperan dalam penyerapan airtanah ini. Di atas lapisan yang kedap air ini, terbentuk lapisan tanah jenuh yang disebut akifer tak tertekan. Airtanah di dalam akifer tak tertekan ini disebut airtanah dangkal. Namun sebagian air hujan yang menyerap ke dalam tanah akan masuk ke dalam lapisan tanah yang terletak antar lapisan-lapisan kedap air. Lapisan ini disebut akifer tertekan atau airtanah dalam, tetapi sebagian airtanah dangkal ada yang

menyusup ke dalam celah-celah lapisan kedap air, menjadi airtanah dalam.



Gambar 2.2 Pengisian Airtanah

(Sumber: Pipkin, 1997)

Selain diperoleh dari air hujan, sumber airtanah dapat diperoleh dari hasil rembesan sungai, dimana terdapat airtanah yang menerima dari rembesan sungai, dan ada pula yang sebaliknya, yaitu mengalir ke dalam sungai.

Airtanah akan menerima air sungai apabila permukaan airtanah terletak lebih rendah dari dasar sungai. Sungai akan menerima airtanah apabila permukaan airtanah itu terletak lebih tinggi dari sungai. Hal inilah pula yang menyebabkan sungai di hulu hanya berair pada waktu hujan sedangkan sungai di bagian yang agak rendah, bisa berair sepanjang tahun meskipun tingginya berbeda antara musim hujan dan musim kemarau (Sandy, 1985).

2.1.2 Porositas serta permeabilitas lapisan tanah dan batuan

Oleh karena proses pembentukan airtanah berasal dari adanya perkolasi, maka jelas bahwa air tersebut mengalir melewati lapisan batuan dan tanah. Pori-pori batuan dan bervariasinya kekompakan serta kekerasan batuan memungkinkan air dapat bergerak dan tertahan dalam lapisan batuan yang jarak kedalamannya puluhan bahkan ratusan meter di bawah tanah permukaan. Kecepatan laju infiltrasi maupun perkolasi air tergantung kepada sifat kelulusan lapisan tanah atau lapisan batuan yang akan dilaluinya. Sifat kelulusan lapisan batuan adalah daya lapisan batuan yang bersangkutan untuk menyerap dan ditembus oleh air atau tingkat kededapan terhadap zat cair yang diistilahkan dengan tingkat kededapan terhadap air atau permeabilitas. Dengan kata lain, permeabilitas adalah kemampuan suatu lapisan batuan/tanah untuk menyerap air. Semakin tinggi permeabilitas, maka semakin mudah air melewati lapisan batuan tersebut, sehingga potensi terdapatnya airtanah akan besar.

Selain itu, terdapat faktor porositas yang menentukan keberadaan airtanah. Porositas adalah persentase volume ruang-ruang kosong antara partikel-partikel batuan yang membentuk lapisan. Atau dengan kata lain, porositas yaitu kemampuan batuan untuk menyimpan air.

Tabel 2.1 Kisaran-Kisaran Porositas Beberapa Batuan

No	Batuan	Porositas (%)
1	Liat	45-55
2	Debu	40-50
3	Pasir campuran medium hingga kasar	35-40
4	pasir yang seragam	30-40
5	Pasir campuran halus hingga medium	30-35
6	Kerikil	30-40
7	Kerikil dan pasir	20-35
8	Batupasir (paras)	10-20.
9	Serpihan	1-10.
10	Batuan Kapur	1-10.
11	Batuan Granit	1-5.

(Sumber : Todd, 1959 dalam Seyhan, 1990)

Semakin tinggi porositas suatu batuan atau lapisan tanah, maka semakin mudah air melewati lapisan batuan tersebut, sehingga potensi terdapatnya airtanah akan besar.

Proses meresapnya air ke dalam tanah yang bersumber dari air hujan, sangat ditentukan oleh kondisi fisik tanahnya. Pada komponen tanah itu keras seperti padas, kemampuannya untuk menyerap air sangat kecil. Namun sebaliknya, komponen tanah itu yang memiliki kesarangan atau porositas yang tinggi seperti melimpahnya bahan organik, dan pada umumnya memiliki kemampuan dalam proses penyerapan air yang lebih besar (Hardjowigeno, 1993).

Porositas dan permeabilitas tanah, dipengaruhi oleh struktur dan tekstur tanahnya. Kandungan pasir dalam tanah sangat menentukan laju masuknya air ke dalam tanah. Hubungan tekstur tanah dengan porositas dan permeabilitas tanah, sangat ditentukan oleh besaran butir pasir dalam ukuran persen (%). Semakin tinggi persentase kandungan pasir, maka porositasnya akan semakin tinggi. Semakin tinggi porositas tanah, akan semakin tinggi pula kecepatan air masuk ke dalam tanah (Hardjowigeno, 1993). Namun, porositas yang lebih besar tidak selalu disertai oleh permeabilitas yang lebih baik (Sosrodarsono & Takeda, 1987).

Tabel 2.2 Porositas dan Koefisien Permeabilitas Lapisan

Formasi Geologi		Porositas (%)	Koefisien Permeabilitas
Alluvium	Lapisan Lempung	45-50	0,0001-0,00001
	Lapisan Lanau	35-45	0,0001-0,00001
	Lapisan Pasir	30-35	0,1-0,01
	Lapisan pasir dan kerikil	25-30	0,1-0,01
Dilluvium	Lapisan lempung	50-60	0,00001-0,000001
	Lapisan Lanau	40-50	0,00001-0,000001
	Lapisan pasir	35-40	0,01-0,001
	Lapisan pasir & kerikil	30-35	0,01-0,001
Neo-tercier	Lapisan batulumpur	55-65	0,00001-0,000001
	Lapisan Batupasir	40-50	0,001-0,0001
	Lapisan Tufa	30-65	0,001-0,000001

(Sumber : Sosrodarsono & Takeda, 1987)

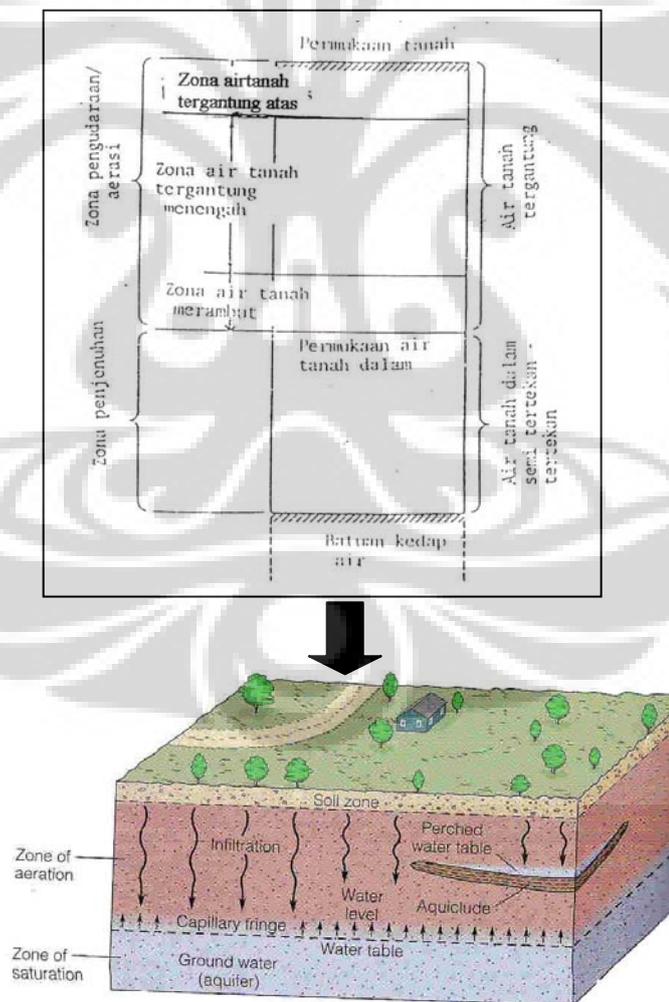
Dari uraian diatas dapat diperoleh gambaran bahwa airtanah berkemungkinan besar terdapat atau tersimpan pada lapisan batuan yang tidak kedap air atau jenuh terhadap air (permeabel dan semi permeabel), berkapasitas kelembaban rendah dan bertekstur remah (berpori-pori kasar, tidak halus, porositas tinggi). Lapisan batuan dengan kondisi tersebutlah yang merupakan lapisan pengandung atau penyimpan (akifer).

2.1.3 Keberadaan airtanah

Airtanah selalu didapati pada lapisan batuan yang tidak kedap air (*permeabel*) atau pada akifer. Sebagaimana yang disebutkan oleh Seyhan (1990), airtanah ditemukan pada formasi geologi permeabel (tembus air) yang dikenal sebagai akifer (juga disebut *reservoir* airtanah) yang merupakan formasi pengikat air yang memungkinkan meluluskan maupun mengandung jumlah air yang cukup besar. Lebih lanjut, Seyhan (1990) menjelaskan bahwa airtanah juga didapati pada lapisan batuan yang semi permeabel yang mengandung air tetapi tidak mampu memindahkan jumlah air yang berarti. Lapisan batuan semi permeabel tersebut disebut “akiklud” (*aquiclude*). Pada akiklud, air masih bergerak baik pada arah mendatar maupun vertikal. Lapisan batuan semi permeabel yang mengandung air dan mampu memindahkan air dalam jumlah yang berarti, tetapi hanya pada arah vertikal saja, disebut dengan “akitard” (*aquitard*). Sedangkan lapisan batuan yang tidak dapat ditembus air (impermeabel) dan tidak mampu meluluskan air sehingga tidak mampu menyimpan air dalam jumlah yang berarti disebut “akuifug” (*aquifuge*) dan merupakan lapisan kebal air (Sosrodarsono & Takeda, 1987).

Selanjutnya Todd (1980) membagi airtanah berdasarkan sifat dan keterdapatannya, sebagai berikut, yaitu :

1. Lajur pengudaraan atau *zone of aeration* yang dapat dibagi lagi menjadi:
 - Airtanah bebas yang meliputi lengas dari air hujan yang meresap (infiltrasi dan perkolasi) atau dikenal sebagai soil water, pada lapisan yang dekat dengan permukaan tanah
 - Air meniris atau *gravity water*, yang berada di bawah permukaan lapisan airtanah bebas
 - Air merambat atau *capillary water*, yang berada di bawah lapisan air meniris atau berbatasan dengan air bumi (airtanah dalam).
2. Lajur jenuh atau *saturated zone* atau dikenal pula sebagai groundwater (air bumi) merupakan airtanah dalam.



Gambar 2.3 Lapisan *Unconfined Aquifer*

(Sumber : Pipkin, 1997)

2.1.4 Pergerakan Airtanah

Secara prinsip dapat dikatakan, bahwa prima causa dari segala bentuk keberadaan airtanah adalah “bergeraknya air”. Sekalipun didukung oleh permeabilitas dan porositas yang baik, infiltrasi, perkolasi dan pengisian kembali airtanah (*recharge*) tak akan mungkin berlangsung bila air tersebut tidak bergerak. Sifat dasar air yang mampu bergerak ke berbagai arah memungkinkan segalanya itu. Air cair yang diterima pada permukaan bumi akhirnya, jika permukaannya tidak kedap air, akan bergerak ke dalam tanah dengan dukungan gaya gravitasi dan efek kapiler (Seyhan, 1990).

Jika permukaan airtanah bebas mempunyai permukaan, maka airtanah akan bergerak ke arah permukaan tersebut. Gradien ini disebut “gradient hidrolis” (Sosrodarsono & Takeda, 1987). Menyinggung pergerakan sebuah substansi termasuk airtanah, tentu akan menyinggung pula kecepatan alirannya. Menurut Hukum Darcy, kecepatan semu aliran berbanding lurus dengan gradient hidrolis. Semakin curam gradient hidrolis, memungkinkan airtanah bergerak mengalir semakin cepat (Sosrodarsono & Takeda, 1987). Namun, sekali lagi, porositas dan permeabilitas lapisan tanah atau lapisan batuan yang dilaluinya memiliki peranan yang besar dalam mengendalikan kecepatan pergerakan mengalirnya airtanah.

2.1.5. Transportasi Zat Pencemar

Airtanah pada umumnya jernih dan memiliki kualitas air yang konstan sepanjang waktu. Tidak semua airtanah layak untuk dikonsumsi manusia, masalah tentang air akan semakin kompleks bila dihubungkan dengan kualitas yang dikonsumsi manusia. Menurut

Hem, 1970 (dalam Widyastuti, 2006), kualitas air dipengaruhi oleh faktor alami maupun non alami (*antropogenic factor*). Faktor alami yaitu iklim, geologi, vegetasi dan waktu, sedangkan faktor non alami adalah manusia. Menurut Hillel (1997), ada 4 proses dasar untuk mengangkut zat pencemar, yaitu:

1. Difusi, yaitu proses di mana ion dan molekul yang merupakan zat pencemar larut dalam air di area di mana aktivitas kimia dengan konsentrasi lebih tinggi ke area dengan konsentrasi lebih rendah.
2. Adveksi, yaitu proses dimana air tanah bergerak sekaligus membawa zat pencemar
3. Dispersi, yaitu proses di mana zat pencemar yang terbawa dan terserap melalui pori tanah menjadi lemah dan berkurang konsentrasinya.
4. Retardasi, yaitu proses di mana proses fisika dan kimia berlangsung pada saat zat pencemar bergerak sehingga zat tersebut tidak dapat bergerak secepat yang diindikasikan oleh rerata adveksi.

Di dalam batuan dengan permeabilitas sangat rendah, air akan bergerak sangat pelan. Pada kondisi ini difusi mungkin menyebabkan zat pencemar untuk bergerak lebih cepat dari pergerakan airtanah. Pada kondisi demikian difusi menjadi lebih penting dibanding adveksi. Zat pencemar yang bergerak dengan cara adveksi memiliki percepatan rata-rata linier dengan airtanah.

2.2 Siklus Nitrogen dalam Airtanah

Kehadiran senyawa nitrogen dalam air maupun air limbah juga mengikuti siklus nitrogen di alam, baik siklus aerobik maupun siklus anaerobik. Sesuai dengan siklus tersebut, kehadirannya ada dalam berbagai bentuk, yaitu sebagai nitrogen organik (NH_3^+), amonium (NH_4^+),

Nitrit (NO_2^-), dan nitrat (NO_3^-). Senyawa nitrat adalah yang paling mudah terbentuk dalam airtanah dan mempunyai sifat sangat mudah bergerak (Pitjeva, 1982).

Kehadiran senyawa nitrogen di dalam air, khususnya nitrogen amonium dapat dijadikan petunjuk adanya pencemaran. Menurut Sawyer (1973) kehadiran senyawa nitrogen amonium dalam air merupakan indikasi tentang kemungkinan adanya pencemaran yang masih baru, sedangkan kehadiran senyawa nitrat dapat merupakan indikasi tentang pencemaran yang telah berlangsung agak lama (Wisjnuprpto, 1988).

Berdasarkan peraturan Pemerintah Nomor 20 tahun 1990, senyawa amonium tidak boleh ada dalam air, kemudian senyawa nitrit sebesar 1 mg/l sebagai N, dan untuk nitrat sebesar 10 mg/l sebagai N- NO_3 atau 45 mg/l sebagai NO_3 .

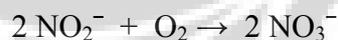
Proses konversi dari nitrogen organik menjadi amonium dikenal dengan proses amonifikasi, kemudian melalui proses nitrifikasi, amonium akan dirubah menjadi nitrat melalui proses oksidasi.

Proses nitrifikasi dilaksanakan oleh organisme autotof dan berlangsung dalam 2 tahap, yaitu:

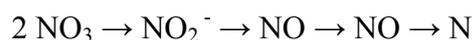
- a. Tahap nitritasi yang merupakan tahap oksidasi ion ammonium menjadi ion nitrit dan dilaksanakan oleh nitrosomonas menurut reaksi:



- b. Tahap nitratasi yang merupakan tahap oksidasi ion nitrit menjadi ion nitrat dan dilakukan oleh nitrobacter menurut reaksi:



Proses denitrifikasi selanjutnya akan merubah ion nitrat menjadi molekul gas N_2 da proses ini merupakan proses reduksi. Tahapannya adalah sebagai berikut:



Proses denitrifikasi terjadi pada potensial redoks (pE) sebesar 4,2 atau + 250 Mv sebagai Eh, pada pH air 7 dan suhu 25°C (Freeze & Cherry, 1979).

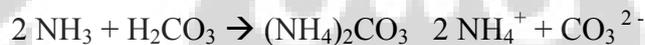
2.3 Pergerakan Senyawa Nitrogen Dalam Lapisan Akifer

Jumlah, macam, dan waktu penggunaan pupuk sangat mempengaruhi jumlah nitrogen yang meresap ke dalam lapisan akifer. Setelah melalui proses yang kompleks dalam lapisan zone akar (proses dekomposisi, amonifikasi dan nitrifikasi), senyawa nitrogen akan bergerak secara vertikal. Senyawa nitrogen yang hilang (tidak dimanfaatkan oleh tanaman) karena pelindihan (leaching) terutama dalam bentuk senyawa nitrat. Walaupun demikian senyawa ammonium dapat hilang dalam lapisan pasir (F.J. Stevenson). Setelah memasuki lapisan akifer, senyawa nitrogen akan bergerak secara horizontal (Alfodi, 1981).

Pada daerah penelitian, pupuk urea $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ merupakan pupuk nitrogen yang digunakan secara luas untuk tanaman padi sawah. Rekomendasi yang diberikan oleh Departemen Pertanian adalah 200 kg/ha. Pupuk urea ini akan dihidrolisis secara cepat menjadi senyawa amoniak melalui reaksi (Stevenson, 1965):



Kemudian senyawa amonia ini akan dirubah menjadi amonium (NH_4^+) melalui proses amonifikasi, dengan reaksi:



Proses ini berlangsung lancar sekali bila tanah berdrainase dan beraerasi baik, mengandung banyak kation basa serta pH sekitar netral.

2.4 Pertanian

2.4.1 Sawah



Sawah adalah lahan usaha pertanian yang secara fisik berpermukaan rata, dibatasi oleh pematang, serta dapat ditanami padi, palawija atau tanaman budidaya lainnya.

Gambar 2.4 Sawah

(Sumber: id.wikipedia.org)

Kebanyakan sawah digunakan untuk bercocok tanam padi. Untuk keperluan ini, sawah harus mampu menyangga genangan air karena padi memerlukan penggenangan pada periode tertentu dalam pertumbuhannya. Sawah adalah budidaya tanaman yang banyak menggunakan air. Air banyak diperlukan untuk melumpurkan tanah, menggenangi petak pertanaman dan untuk dapat dialirkan dari petak satu ke petak yang lain. Untuk mengairi sawah digunakan sistem irigasi dari mata air, sungai atau air hujan. Sawah yang terakhir dikenal sebagai sawah tadah hujan, sementara yang lainnya adalah sawah irigasi.

2.4.2 Pupuk

Pupuk adalah setiap bahan yang diberikan ke dalam tanah atau disemprotkan pada tanaman dengan maksud menambah unsur hara yang diperlukan oleh tanaman. Adapun pemupukan adalah setiap usaha pemberian pupuk yang bertujuan menambah persediaan unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk peningkatan produksi dan mutu hasil tanaman.

Pupuk dapat dibedakan menjadi pupuk alam dan pupuk buatan. Pupuk alam adalah pupuk yang langsung didapat dari alam, misalnya fosfat alam, pupuk organik (pupuk kandang, kompos) dan sebagainya. Jumlah dan jenis unsur hara dalam pupuk alam terdapat secara alami.

Pupuk buatan adalah pupuk yang dibuat di pabrik dengan jenis dan kadar unsur haranya sengaja ditambahkan dalam pupuk tersebut dalam jumlah tertentu. Pupuk buatan dapat dibedakan menjadi pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Pupuk tunggal adalah pupuk yang hanya mengandung satu macam unsur hara misalnya pupuk N, pupuk P, pupuk K dan sebagainya. Pupuk majemuk adalah pupuk yang mengandung lebih dari satu unsur hara misalnya N+P, P+K, N+P+K dan sebagainya.

Contoh pupuk tunggal adalah pupuk N. Sumber unsur nitrogen sebenarnya cukup banyak terdapat di atmosfer, yaitu lebih kurang 79,2 persen dalam bentuk N₂ bebas, namun demikian unsur N ini baru dapat digunakan oleh tanaman setelah mengalami perubahan kebentuk yang terikat yang kemudian diolah dalam bentuk pupuk. Untuk pembuatan pupuk adalah nitrogen dalam bentuk amoniak (Hasibuan, 2006). Adapun contoh pupuk majemuk adalah pupuk NPK yang mengandung tiga unsur sekaligus, disebut juga pupuk lengkap.



Gambar 2.5 Pupuk Urea



Gambar 2.6 Pupuk NPK

(Sumber: id.wikipedia.org)

Salah satu contoh pupuk N adalah pupuk urea. Urea mengandung 45% N dan termasuk golongan pupuk higroskopis. Urea merupakan pupuk padat berbentuk butiran bulat kecil (diameter \pm 1 mm). Urea larut sempurna di dalam air, dan tidak mengasamkan tanah.

Apabila pupuk ditambahkan kedalam tanah maka pupuk akan mengalami reaksi atau perubahan baik dalam bentuk fisik dan sifat kimianya. Perubahan ini mulai terjadi apabila pupuk itu bereaksi dengan air tanah. Setelah bereaksi dengan air pupuk akan melarut, sebagian pupuk akan diserap akar tanaman, sebagian ada terfiksasi menjadi bentuk tidak tersedia untuk tanaman, hilang melalui proses denitrifikasi, (tercuci/leaching) tereosi dan serta terjadinya penguapan (Hasibuan, 2006).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

3.1.1 Data Primer

- Data sampel air irigasi yang diperoleh dari 4 sawah.
- Berupa data sampel airtanah dangkal yang diperoleh dari sumur warga (sumur pompa).
- Data sampel air sungai (*Kalibaru*) dimana sungai ini letaknya berdekatan dengan sawah yang berada di Desa Rawabambu.
- Data kedalaman untuk mencapai airtanah yang diperoleh dari hasil wawancara.
- Data aktivitas pertanian, yang diperoleh dari hasil wawancara kepada petani di lokasi sawah yang diteliti, data yang meliputi:
 - jenis pupuk;
 - dosis pemakaian pupuk, dan
 - waktu pemupukan terakhir

3.1.2 Data Sekunder

1. Peta penggunaan tanah Kecamatan Bekasi Utara skala 1:25.000 yang diperoleh dari Pemerintah Kota Bekasi (Pemkot Bekasi).
2. Peta Hidrogeologi lembar Bekasi lembar Jakarta (Jawa) skala 1:100.000 yang diperoleh dari Direktorat Geologi dan Tata Lingkungan Bandung.
3. Peta Geologi skala 1:50.000 yang diperoleh dari Pemkot Bekasi.

4. Citra Ikonos rekaman 2008 yang diperoleh dari www.google.earth.com.

3.1.3 Alat dan Bahan

- Botol air mineral untuk wadah sampel air.
- Ion Spesifik Meter HI 93728 merek Hanna Instrument untuk mengetahui konsentrasi nitrat secara digital.
- Reagent nitrat untuk dicampur ke sampel air agar terdeteksi alat ion spesifik meter.
- Tabung Reaksi sebagai wadah untuk meletakkan sampel air ke alat ion spesifik meter.
- Pipet bervolume 3 ml untuk memindahkan sampel air ke tabung reaksi.
- GPS untuk mengetahui koordinat geografis.
- Kamera untuk dokumentasi.

3.1.4 Penentuan Jumlah dan Lokasi Sampel

Penentuan lokasi sampel dilakukan dengan metode *stratified random sampling*, dengan membagi jarak sawah ke rumah penduduk sebanyak 3 kelas:

- <50 m (dekat)
- 51-100 m (sedang)
- 101-150 m (jauh)

Masing-masing kelas diambil 3 sampel air sumur dari 4 daerah persawahan. Jadi, total sampel yang diambil dari sumur warga sebanyak 36 sampel, selain itu diambil pula 4 sampel air irigasi dan 1 sampel air sungai.

3.1.5 Pengukuran Data

Pengukuran nitrat dilakukan secara *in situ* (langsung di lapangan). Sampel air disaring dengan menggunakan kertas saring, diambil 6 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ke

dalam sampel ditambahkan reagent nitrat HI 93728, kemudian dikocok selama 1 menit. Selanjutnya tabung reaksi diletakkan ke dalam alat ion specific meter dan diamkan selama 4,5 menit guna diketahui nilai nitratnya.

3.2 Pengolahan Data

Data-data yang diperoleh dari lapangan diklasifikasi, berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/Per/IX/1990, data diklasifikasikan menjadi 2, yaitu tercemar nitrat (>10 mg/l) dan tidak tercemar nitrat (≤ 10 mg/l). Namun, berdasarkan data yang diperoleh di lapangan di mana konsentrasi nitrat berada di bawah ambang batas untuk baku air minum (<10 mg/l), maka konsentrasi nitrat dibagi menjadi 4 kelas, yaitu:

1. Kelas 1 = 0,1 – 1,0 mg/l
2. Kelas 2 = 1,1 – 2,0 mg/l
3. Kelas 3 = 2,1 – 3,0 mg/l
4. Kelas 4 = $\geq 3,1$ mg/l

Untuk menunjang analisa, maka dilakukan 2 metode, yaitu perhitungan statistik dan penolahan arc view.

3.2.1 Perhitungan Statistik

Secara kuantitatif, metoda statistik dengan menggunakan analisis korelasi *Pearson Product Moment* untuk menunjukkan kuatnya hubungan antara dua variabel, dalam hal ini antara nilai nitrat dengan jarak sawah ke rumah penduduk dan nilai nitrat dengan kedalaman untuk mencapai muka tanah. Adapun rumusnya adalah:

$$r_{xy} = \frac{N \sum X_1 Y - (\sum X_1)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X_1^2 - (\sum X_1)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Di mana:

r_{xy} = Koefisien Korelasi

N = Jumlah Sampel

X_1 = Variabel Bebas (Jarak sawah ke sumur warga)

Y = Variabel Terikat (Konsentrasi Nitrat)

$$r_{xy} = \frac{N \sum X_2 Y - (\sum X_2)(\sum Y)}{\sqrt{\left\{N \sum X_2^2 - (\sum X_2)^2 \right\} \left\{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2 \right\}}}$$

Di mana:

r_{xy} = Koefisien Korelasi

N = Jumlah Sampel

X_2 = Variabel Bebas (Kedalaman Muka Airtanah)

Y = Variabel Terikat (Konsentrasi Nitrat)

Besarnya korelasi (r) menunjukkan kuatnya korelasi linier antara dua variabel x dan y . Besarnya korelasi berkisar antara -1 sampai dengan 1. Nilai r sama dengan atau mendekati 0 menunjukkan bahwa hubungan antara variabel x dan variabel y sangat kecil atau tidak ada korelasi linier sama sekali. Sebaliknya, ketika besarnya r mendekati -1 atau 1, ada korelasi linier kuat antara kedua variabel tersebut diatas. Apabila $r = -1$ atau $r = 1$, maka semua sampel data jauh tepat pada garis linier regresi (least squares line).

Angka r positif menunjukkan korelasi linier positif antara kedua variabel x dan y , artinya besarnya variabel y meningkat dengan meningkatnya variabel x . Sementara angka r negatif menunjukkan hal yang sebaliknya, yaitu besarnya variabel y menurun ketika angka variabel x bertambah besar. Sebagai aturan umum dapat ditentukan bahwa korelasi antara dua

variabel adalah lemah apabila $0 \leq |r| \leq 0,5$ dan mempunyai korelasi kuat apabila $0,6 \leq |r| \leq 1$ (Gordon et al., 1992).

3.2.2 Pengolahan Arcview 3.3

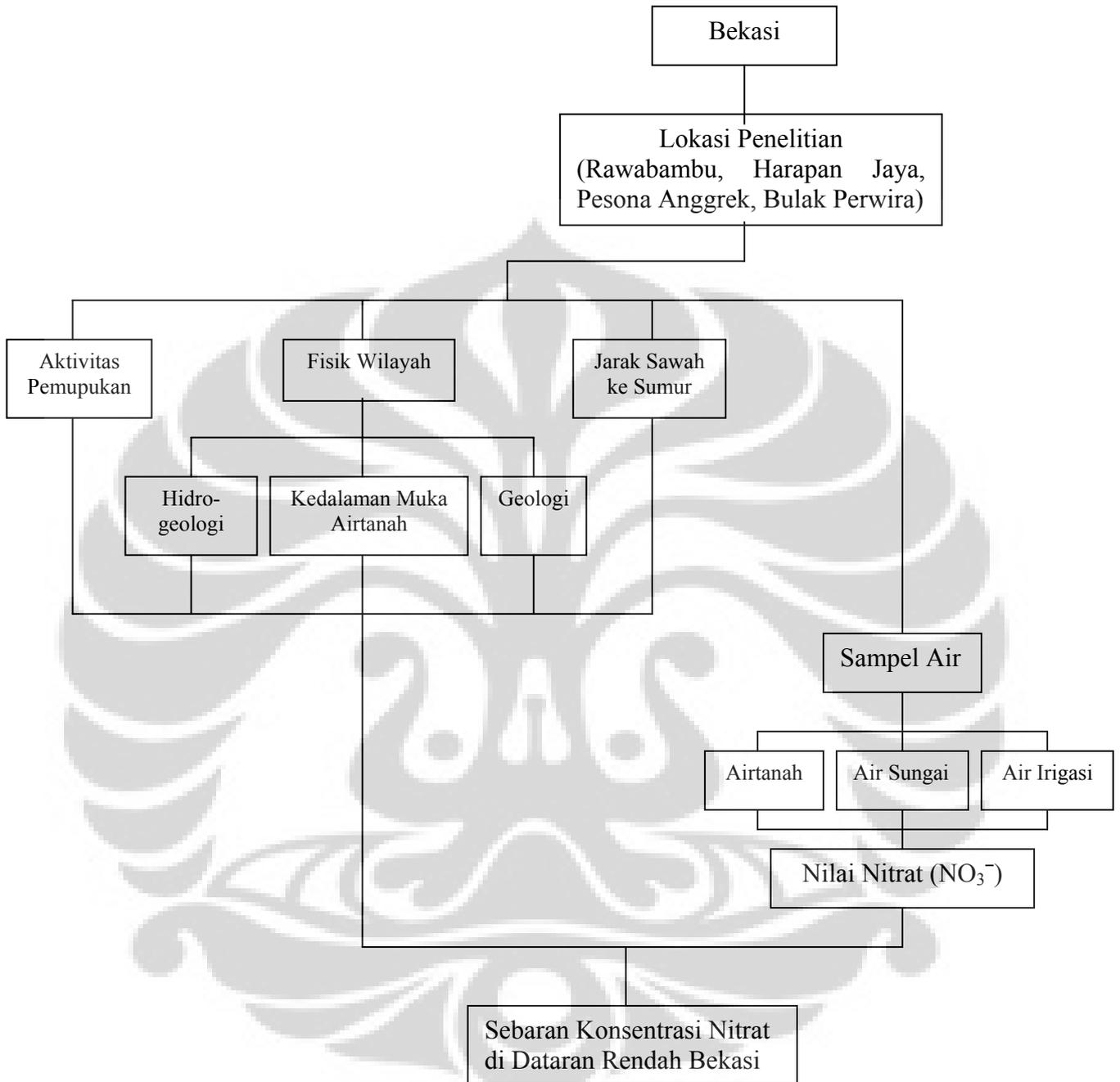
Pengolahan data dengan menggunakan software Arcview 3.3 digunakan untuk memperoleh peta daerah penelitian, peta geologi, peta penggunaan tanah, peta arah aliran air tanah, peta sebaran titik sampel dan peta hasil (peta konsentrasi nitrat). Untuk peta hasil, tahapan yang dilakukan antara lain:

1. Memilah 4 sawah yang diobservasi dari peta penggunaan tanah.
2. Membuat daerah persawahan, dengan cara membuffer 4 sawah yang diteliti masing-masing dengan radius 150 meter dari sawah, dengan ring buffer per 50 meter.
3. Membuat isoline per daerah persawahan.

3.3 Analisis Data

Untuk menjawab permasalahan, analisis yang digunakan bersifat deskriptif. Masalah yang pertama pertama dijawab dengan mendeskripsikan hubungan antara variabel-variabel penelitian dengan konsentrasi nitrat. Masalah kedua dijawab dengan mendeskripsikan sebaran spasial konsentrasi nitrat per daerah persawahan.

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

GAMBARAN UMUM WILAYAH PENELITIAN

4.1 Fakta Umum Daerah Penelitian

Kota Bekasi merupakan bagian dari 26 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat, secara geografis Kota Bekasi terletak di sebelah utara Jawa Barat, yaitu tepatnya berada pada posisi 106°48' 78"-107° 27' 29" Bujur Timur dan 6° 10'-6° 30' Lintang Selatan. Batas-batas administrasinya sebagai berikut:

- Utara : Kabupaten Bekasi
- Timur : Kabupaten Bekasi
- Selatan : Kabupaten Bogor
- Barat : DKI Jakarta

Kota Bekasi terdiri dari 12 kecamatan dengan luas wilayah 21.049 ha. Ke-12 kecamatan tersebut adalah Pondok Gede, Jati Sampurna, Pondok Melati, Jati Asih, Bantar Gebang, Mustika Jaya, Bekasi Timur, Rawa Lumbu, Bekasi Selatan, Bekasi Barat, Medan Satria dan Bekasi Utara.

Adapun penelitian ini dilakukan di Kecamatan Bekasi Utara, kecamatan ini terletak di bagian utara Kota Bekasi dengan luas wilayah mencapai 2017 ha atau sekitar 9,6% dari luas Kota Bekasi. Daerah penelitian meliputi 4 lokasi, yaitu:

1. Pesona Anggrek

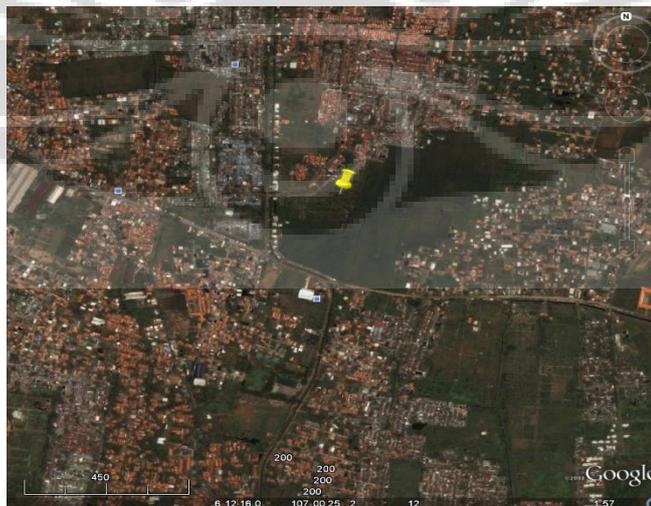
Penggunaan lahan di sekitar daerah persawahan Pesona Anggrek didominasi oleh pemukiman tidak teratur. Sungai *Kalibaru* dan pemukiman teratur dapat dijumpai di bagian barat sawah. Di bagian utaranya terdapat kawasan industri, beberapa di antaranya antara lain PT Afro Pasific Indah Steel, PT Nasiodelta dan PT Braja Mukti Cakra. Di bagian timurnya terdapat bekas area persawahan yang rencananya akan akan diperuntukan untuk perumahan.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian di Pesona Anggrek
(Sumber: www.googleearth.com)

2. Bulak Perwira

Sawah di Bulak Perwira memanjang dari utara ke selatan. Di bagian tengahnya merupakan jalan raya Kaliabang, di sepanjang jalan ini banyak dijumpai pertokoan. Daerah persawahan Bulak Perwira dikelilingi oleh pemukiman teratur, diantaranya perumahan Bumi Alinda di bagian utara dan barat sawah, serta Vila Mas Garden di bagian selatannya. Taman pemakaman umum terdapat di tenggara, sedangkan di bagian barat daya terdapat kantor camat Bekasi Utara.



Gambar 4.2 Lokasi Penelitian di Bulak Perwira
(Sumber: www.googleearth.com)

3. Harapan Jaya

Penggunaan lahan di sekitar daerah persawahan Harapan Jaya didominasi oleh pemukiman. Bagian baratnya merupakan pemukiman teratur (Perumahan Harapan Jaya dan Perumahan Titian Indah). Sedangkan bagian utara, timur dan selatannya merupakan pemukiman tidak teratur. Sungai *Kalibaru* mengalir dari arah selatan menuju ke barat laut. Di bagian timurnya juga dapat ditemui sawah yang cukup luas dan masih produktif.



Gambar 4.3 Lokasi Penelitian di Harapan Jaya
(Sumber: www.googleearth.com)

4. Rawabambu

Di bagian utara daerah persawahan Rawabambu terdapat pemukiman teratur (Perumahan Titian Indah), bagian barat sawah terdapat sungai Kalibaru, di sepanjang aliran sungai ini terdapat pemukiman penduduk. Di bagian selatannya terdapat rel kereta api dan Stasiun Kranji, selain itu juga terdapat Jalan Jendral Sudirman, yang merupakan salah satu jalan utama di Kota Bekasi. Bagian barat dayanya terdapat *fly over* yang dibangun untuk mengatasi kemacetan lalu lintas.



Gambar 4.4 Lokasi Penelitian di Rawabambu

(Sumber: www.googleearth.com)

4.2 Morfologi

Berdasarkan kenampakan morfologi Jawa Barat dari Pannekoek (1949), Kota Bekasi termasuk ke dalam zona lipatan (zona utara). Selanjutnya Sandy (1985) secara fisiografis membagi zona lipatan tersebut menjadi wilayah dataran rendah utara dengan kenampakan yang homogen (monotone) dan wilayah lipatan utara dengan fisiografis yang bergelombang. Kedua wilayah tersebut memanjang dari barat ke timur dengan lebar rata-rata mencapai 35 km di wilayah dataran rendah utara dan 17 km di wilayah lipatan utara.

Daerah penelitian yang terletak di sebelah utara Kota Bekasi, termasuk ke dalam wilayah lipatan utara, kenampakan morfologinya secara umum homogen dan relatif datar, sehingga Kota Bekasi cukup ideal untuk mengembangkan atau mendirikan bangunan gedung berbagai jenis kegiatan, baik pembangunan gedung perumahan maupun bukan perumahan (sarana dan prasarana kota). Kota Bekasi berada pada ketinggian antara 20 - 40 meter di atas permukaan laut dengan bagian utaranya relatif lebih rendah dibandingkan daerah selatannya, serta memiliki kelerengn berkisar antara 0-2 %.

4.3 Kondisi Geologi

Berdasarkan pembagian fisiografi dari Van Bemmelen (1947), Kota Bekasi termasuk dalam satuan daratan rendah Jakarta. Dataran tersebut dibentuk oleh endapan aluvial yang terdiri dari lempung, pasir, tufa pasiran dan kerikil. Aluvium yang membentuknya umumnya diendapkan oleh sungai dengan sebagian besar terdiri atas bahan endapan vulkanik yang berasal dari gunung api muda di selatannya. Sebagian besar dari bahan-bahan pembentuk ini merupakan bahan-bahan lepas.

Secara umum, daerah penelitian terutama tersusun oleh aluvium yang terdiri atas kerikil, pasir, lanau dan lempung bersifat tidak padu dengan kelulusan rendah-sedang, dan terdapat akuifer dengan ragam produktivitas, setempat produktif sampai produkif dengan penyebaran luas, debit sumur beragam, kurang lebih 5 l/dtk. Geologi daerah penelitian digolongkan menjadi 4, yaitu:

1. Endapan sungai (Qa), terdiri dari pasir lanau dan lempung, berwarna coklat. Daerah penyebarannya meliputi hampir keseluruhan daerah penelitian.
2. Endapan dataran banjir (Qaf), terdiri dari lempung pasiran, lempung humusan, dan lempung lanauan. Daerah penyebarannya terdapat di sebelah timur daerah penelitian, yaitu di sebagian besar Kelurahan Perwira.
3. Batupasir tufaan dan konglomerat (Qav), terdiri atas konglomerat, batupasir konglomeratan, batupasir tufaan dan tuf. Konglomerat, berwarna abu-abu kekuningan, lepas, perlapisan kurang jelas, banyak dijumpai lapisan kurang jelas, banyak dijumpai lapisan silangsiur. Terdapat di bagian barat daya daerah penelitian (sebagian Kelurahan Rawabambu).
4. Endapan Pematang Pantai (Qbr), terdiri dari pasir kasar hingga halus dan lempung. Hanya terdapat di sebagian kecil wilayah utara penelitian.

4.4 Kondisi Hidrogeologi

Berdasarkan laporan zonasi air bawah tanah dari Pemerintah Kota Bekasi dan peta hidrogeologi yang disusun oleh Soekardi Poespowardoyo dari Direktorat Geologi dan Tata Lingkungan, kondisi hidrogeologi Kota Bekasi dapat dideskripsikan sebagai berikut:

4.4.1 Sistem Akifer

Secara regional, berdasarkan media tempat air bawah tanah terkandung di dalamnya maka batuan di daerah Pantai Utara Jawa Barat secara hidrogeologis dibedakan menjadi batuan lepas dan batuan padu yang mempunyai kesarangan dan kelulusan yang berbeda.

Wilayah Utara kota Bekasi termasuk dalam Cekungan Airtanah (CAT) Jakarta. Areal Cekungan Jakarta tersebut dibatasi di bagian utara oleh Laut Jawa sebelah barat dibatasi oleh *S. Cisadane*, di bagian Timur dibatasi oleh *Kali Bekasi*, dan di bagian Selatan berbatasan dengan batuan Tersier di sekitar Depok. Daerah penelitian terletak di pinggir timur bagian Utara Cekungan Jakarta.

Jenis akuifer di daerah penelitian merupakan akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir. Adapun komposisi litologinya merupakan endapan aluvium pantai yang tersusun atas perselang-selingan endapan lempung dan pasir, setempat mengandung bahan organik, dengan kelulusan kecil sampai sedang.

4.4.2 Kelompok Akifer

Berdasarkan penyederhanaan susunan stratigrafi dari data pengeboran yang ada, akuifer di utara Kota Bekasi dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) kelompok akuifer.

Ke dua kelompok akuifer tersebut adalah :

- Akuifer dangkal, ditemukan pada kedalaman antara 0 - 40 m, jenis akuifernya tidak tertekan.
- Akuifer dalam, dengan kedalaman lebih dari 40 m, terutama, disusun oleh aluvium, dan merupakan akuifer setengah tertekan sampai tertekan.

Akuifer tersebut di atas tidak homogen dalam komposisinya, dan menunjukkan keragaman baik vertikal maupun horizontalnya.

4.4.3 Produktivitas Akuifer

Berdasarkan potensi air bawah tanah yang terkandung di dalamnya maka akuifer di wilayah utara Kota Bekasi dapat dibedakan dalam dua kelompok produktivitas sebagai berikut:

1. Akuifer produktif dengan penyebaran luas

Merupakan akuifer dengan kelulusan sedang, muka air akuifer tertekan di bawah permukaan tanah dan sumur eksplorasi yang dibuat kadang-kadang dapat menghasilkan debit lebih 5 l/dtk, namun pada umumnya kurang dari 5 l/dtk. Pada daerah penelitian, kelompok akuifer ini meliputi Kelurahan Harapan Jaya, Kelurahan Kalibaru dan sebagian kecil dari Kelurahan Perwira sebelah barat.

2. Akuifer produktif sedang dengan penyebaran luas

Merupakan akuifer dengan kelulusan sedang sampai rendah, muka airtanah beragam dari atas sampai jauh di bawah permukaan tanah seperti yang terdapat di daerah padat industri dengan debit 5 l/dtk. Kelompok akifer ini terdapat di Kelurahan Perwira dan Kelurahan Kaliabang Tengah.

4.4.4 Pola Aliran Airtanah Dangkal

Dari pola kontur kedudukan muka airtanah dangkal di bagian utara Kota Bekasi memperlihatkan garis kontur yang sejajar

dengan pola barat daya – timur laut. Di bagian tenggara nilainya lebih tinggi (15 m) dari bagian barat laut (5 m).

Secara alami, air, baik air permukaan maupun airtanah mengalir ke tempat yang lebih rendah. Jika dikaitkan dengan pola kontur kedudukan muka airtanah dangkal, maka secara regional arah aliran air tanah dangkal mengalir dari arah tenggara ke arah barat laut.

4.5 Iklim

Kondisi iklim wilayah penelitian dan sekitarnya secara umum memperlihatkan tipe iklim tropis basah, dengan suhu rata-rata tahunan kurang lebih 26° C, kelembaban udara rata-rata sekitar 80% dan evapotranspirasi tahunan sebesar 360 mm.

Curah hujan rata-rata tahunan kurang lebih 1500 - 2500 mm/tahun. Curah hujan maksimum terjadi antara bulan Februari-Maret dengan kisaran antara 200-300 mm/bulan, sedangkan curah hujan minimum terjadi pada bulan Agustus dengan curah hujan kurang dari 100 mm/bulan. Sedangkan jumlah curah hujan terendah terjadi pada bulan Agustus.

Tabel 4.1 Curah Hujan Kota Bekasi

Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Thn
218	294	331	204	228	147	94	36	49	80	138	222	1941

(Sumber: Divisi Pengairan Barat)

Berdasarkan data curah hujan di atas, maka secara umum, musim penghujan di Kota Bekasi jatuh pada bulan-bulan Desember-Mei, sedangkan musim kemarau jatuh pada bulan-bulan Juni-November.

4.6 Aktivitas Pertanian

Sebagai wilayah perkotaan, peranan sektor pertanian di Kota Bekasi relatif kecil karena tergeser oleh sektor perdagangan dan jasa.

Berkurangnya peranan sektor pertanian tercermin dari penggunaan lahan untuk sawah yang semakin mengecil. Pada tahun 2005 luas lahan sawah di Kota Bekasi hanya 667 ha atau 3,17% dari seluruh luas wilayah Kota Bekasi, yaitu sebesar 21.049 ha.

Tabel 4.2 Luas Tanah Sawah menurut Kecamatan dan Jenis Pengairan

KECAMATAN <i>Districts</i>	Tanah Sawah <i>Wet land</i>		Tanah Kering <i>Dry land</i>		Jumlah <i>Total</i>	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Pondok Gede	-	-	2.326	100,00	2.326	100,00
Jati Sampurna	42	1,87	2.200	98,13	2.242	100,00
Jati Asih	30	1,17	2.545	98,83	2.575	100,00
Bantar Gebang	351	7,70	4.207	92,30	4.558	100,00
Bekasi Timur	3	0,23	1.322	99,77	1.325	100,00
Rawa Lumbu	10	0,61	1.638	99,39	1.648	100,00
Bekasi Selatan	-	-	1.605	100,00	1.605	100,00
Bekasi Barat	-	-	1.418	100,00	1.418	100,00
Medan Satria	105	7,87	1.230	92,13	1.335	100,00
Bekasi Utara	126	6,25	1.891	93,75	2.017	100,00
Kota Bekasi <i>Bekasi Municipality</i>	667	3,17	20.382	96,83	21.049	100,00
2004	667	3,17	20.382	96,83	21.049	100,00
2003	861	4,09	20.188	95,91	21.049	100,00
2002	861	4,09	20.188	95,91	21.049	100,00
2001	892	4,24	20.157	95,76	21.049	100,00
2000	892	4,24	20.157	95,76	21.049	100,00

(Sumber: Dinas Perencanaan Rakyat dan Koperasi Kota Bekasi)

Jika luas lahan sawah hanya sebesar 3,17%, maka sebagian besar (96,83%) dari luas wilayah Kota Bekasi adalah tanah kering, yaitu sebesar 20.382 ha. Penggunaan tanah kering ini sebagian besar untuk bangunan perumahan, kantor dan industri. Luasnya lahan yang digunakan untuk bangunan ini nampaknya ada kaitannya dengan peranan Kota Bekasi sebagai daerah penyeimbang DKI Jakarta.

Dilihat dari sistem pengairan yang digunakan, sebagian sawah di Kota Bekasi masih merupakan sawah tadah hujan (411 ha) dan sebagian besar terletak di Kecamatan Bantar Gebang. Sementara lahan sawah yang sudah menggunakan sistem pengairan irigasi teknis dan irigasi setengah teknis hanya seluas 190 ha dan 36 ha.

Tabel 4.3 Luas Tanah Sawah menurut Kecamatan dan Jenis Pengairan

KECAMATAN <i>Districts</i>	Irigasi Teknis <i>Technical Irrigation</i>	Irigasi Setengah Teknis <i>Semi Technical Irrigation</i>	Irigasi Sederhana <i>Simple Irrigation</i>	Tadah Hujan <i>Rain</i>	Lainnya <i>Others</i>	Jumlah <i>Total</i>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Pondok Gede	-	-	-	-	-	-
Jati Sampurna	-	-	-	42	-	42
Jati Asih	-	-	-	30	-	30
Bantar Gebang	-	-	25	326	-	351
Bekasi Timur	-	-	-	3	-	3
Rawa Lumbu	-	-	-	10	-	10
Bekasi Selatan	-	-	-	-	-	-
Bekasi Barat	-	-	-	-	-	-
Medan Satria	100	-	5	-	-	105
Bekasi Utara	90	36	-	-	-	126
Kota Bekasi <i>Bekasi Municipality</i>	190	36	30	411	-	667
2004	190	36	30	411	-	667
2003	228	36	50	547	-	861
2002	228	36	50	547	-	861
2001	228	114	46	504	-	892
2000	228	114	46	504	-	892

(Sumber: Dinas Perekonomian Rakyat dan Koperasi Kota Bekasi)

Menurut Laporan Pemerintah Kota (Pemkot) Bekasi, pada tahun 2005, jenis tanaman pangan yang dibudidayakan dan menghasilkan produksi di Kota Bekasi adalah padi, jagung, ubi kayu, ubi jalar dan kacang tanah. Produksi padi pada tahun 2005 adalah sebesar 11.983 ton. Sedangkan tanaman perkebunan yang diusahakan di Kota Bekasi antara lain kelapa, kelapa hibrida, kopi, jahe, kapok, pandan dan kencur.

Luas tanah sawah di Kecamatan Bekasi Utara mencapai 126 ha atau sekitar 6,25 % dari luas Kecamatan Bekasi Utara (2.017 ha), dan sudah menggunakan sistem irigasi. Sawah di daerah penelitian merupakan persawahan intensif dengan tiga kali masa tanam padi dalam setahun. Luas panen tanaman padi mencapai 1999 ha, dengan hasil per hektarnya sebesar 59,08 kuintal dan produksi 11.811 ton/tahun.

4.7 Aktivitas Pemupukan

Pemupukan adalah setiap usaha pemberian pupuk yang bertujuan menambah persediaan unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk peningkatan produksi dan mutu hasil tanaman. Untuk tanaman padi sawah, di Indonesia jenis pupuk yang banyak digunakan adalah pupuk urea, pemberian pupuk ini dilakukan 2 kali pada setiap masa tanam. Pemupukan pertama diberikan bersamaan dengan hari tanam sampai dengan satu minggu setelah tanam, sedangkan pemupukan kedua diberikan 20-35 hari setelah tanam.

Tabel 4.5 Data Aktivitas Pemupukan di Kecamatan Bekasi Utara

No	Lokasi	Pemakaian Pupuk			Keterangan
		Jenis	Jumlah	Waktu	
1	Bulak Perwira	Urea TSP	300 kg/ha 300 kg/ha	20 hari yang lalu	Telah 2 kali memupuk
2	Pesona Angrek	Urea TSP	300 kg/ha 200 kg/ha	16 hari yang lalu	Baru sekali memupuk
3	Harapan Jaya	Urea TSP	300 kg/ha 300 kg/ha	18 hari yang lalu	Telah 2 kali memupuk
4	Rawabambu	Urea NPK	300 kg/ha 200 kg/ha	15 hari yang lalu	Baru sekali memupuk

(Sumber: Pengolahan Data, 2009)

Jenis pupuk yang digunakan oleh petani di daerah penelitian ada 3 macam yaitu pupuk urea, TSP dan NPK. Pupuk urea digunakan di semua lokasi sawah dengan takaran pemakaian sama (300 kg/ha). Selain urea, pupuk yang umum digunakan di lokasi penelitian adalah pupuk TSP (triplesuperfosfat) yang merupakan jenis pupuk tunggal (pupuk yang hanya mengandung satu macam unsur hara, dalam hal ini fosfor). Selain urea dan TSP, jenis pupuk lain yang dijumpai pada lokasi penelitian adalah NPK,

pupuk ini merupakan jenis pupuk majemuk (mengandung lebih dari satu macam unsur hara, termasuk di dalamnya adalah unsur N). Waktu pemupukan terakhir di lokasi penelitian adalah awal Mei (atau sekitar 15-20 hari sebelum tanggal observasi). Pada sawah di lokasi Bulak Perwira dan Harapan Jaya pada saat observasi, telah dilakukan 2 kali pemupukan, sehingga tidak dilakukan pemupukan lagi, sedangkan di Pesona Anggrek dan Rawabambu baru dilakukan pemupukan satu kali.

4.8 Komponen Air Bersih

Saat ini kebutuhan air di Kota Bekasi dipenuhi dari 2 (dua) sumber, yaitu:

- Air tanah, yang dimanfaatkan untuk pemukiman dan sebagian industri
- Air permukaan, sungai yang dimanfaatkan oleh PDAM

Air bersih yang dikelola oleh PDAM Kota Bekasi dengan kualitas golongan B baru mampu melayani 73.648 pelanggan atau sekitar 20% kebutuhan rumah tangga, penggunaan air permukaan (sungai) dianggap kurang baik karena sudah banyak yang dipengaruhi oleh pencemaran. Namun, jumlah rumah tangga yang menggunakan air sungai masih cukup banyak yaitu sebesar 19.173 rumah tangga (5,5 %). Sedangkan sisanya, memenuhi kebutuhan air bersihnya menggunakan air tanah (sumur).

Tabel 4.6 Potensi PDAM (1999 – 2005)

TAHUN ANGGARAN <i>Budget Years</i>	Jumlah Saluran <i>Installed Capacity</i> (Unit)	Kapasitas Produksi <i>Production Capacity</i> (Liter/Detik)	Jumlah Pelanggan <i>Number of Customer</i>
(1)	(2)	(3)	(4)
1999	54.167	995	54.167
2000	53.598	840	57.250
2001	57.858	840	57.858
2002	64.325	985	64.634
2003	70.808	1.270	70.808
2004	73.648	940	73.648
2005	445.964	*	*

Sumber: PDAM Bekasi

BAB V

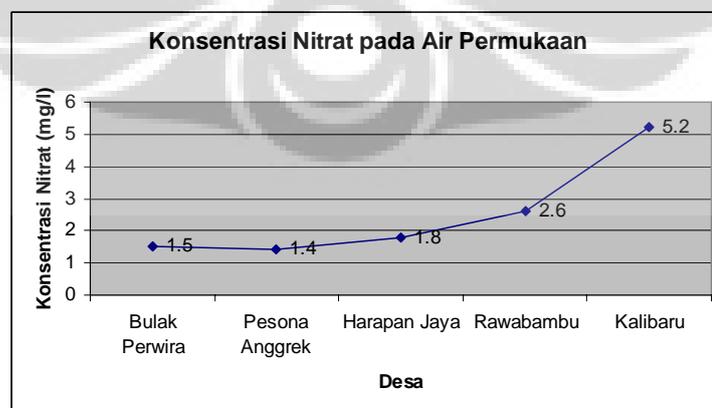
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Konsentrasi Senyawa Nitrat dalam Air Permukaan

Hasil penelitian yang telah dilakukan di Cianjur, Jawa Barat pada tahun 1992 – 1993 menunjukkan saluran irigasi sebagai pencemaran senyawa nitrat ke dalam lapisan akifer (Kusratmoko dan Sobirin, 1994). Hal ini berkaitan erat dengan pembentukan lapisan kedap air yang diperlukan pada sistem penanaman padi sawah. Dengan kondisi ini, maka proses penyerapan senyawa nitrogen ke dalam lapisan akifer menjadi sangat kecil. Kehilangan nitrogen karena proses run off menuju saluran irigasi dan sungai menjadi besar.

Hasil pengukuran konsentrasi nitrat (NO_3^-) pada air permukaan yang meliputi 4 air irigasi di 4 lokasi (Bulak Perwira, Perwira, Harapan Jaya dan Rawabambu) dan 1 air sungai (*Kalibaru*) dapat dilihat pada Gambar 5.1.

Secara umum, di daerah penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi senyawa nitrat pada air permukaannya masih berada di bawah ambang batas untuk konsumsi air minum (10 mg/l) dengan nilai terendah yang terukur sebesar 1,4 mg/l dan nilai tertinggi sebesar 5,2 mg/l.



Gambar 5.1 Konsentrasi Nitrat pada Air Permukaan

(Sumber: Pengolahan Data, 2009)

Pada 3 lokasi pengambilan sampel air irigasi di 3 sawah (Bulak Perwira, Pesona Anggrek, dan Harapan Jaya) memperlihatkan konsentrasi nitrat yang nilainya tidak jauh berbeda di tiap lokasi, rentang nilai konsentrasi nitrat pada 4 lokasi sawah ini berkisar antara 1,4 mg/l sampai dengan 1,8 mg/l. Hal ini dapat terjadi karena pada lokasi sawah yang diteliti mempergunakan pupuk urea dengan dosis yang sama yaitu sebesar 300 kg/ha.

Pada lokasi sawah di Bulak Perwira dan Harapan Jaya telah melakukan 2 kali pemupukan, dan tidak memupuk lagi pada kesempatan berikutnya dengan waktu pemupukan terakhir pada 15 - 20 hari yang lalu dari tanggal observasi, yaitu sekitar awal Mei, pada kedua sawah ini memperlihatkan konsentrasi nitrat yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan Pesona Anggrek yang baru melakukan pemupukan sebanyak satu kali, yaitu pada 16 hari sebelum dilakukannya observasi (awal Mei). Walaupun air irigasi di sawah yang telah melakukan pemupukan sebanyak 2 kali memiliki konsentrasi nitrat yang lebih tinggi dibandingkan dengan air irigasi di sawah yang baru memupuk 1 kali, namun secara umum konsentrasi senyawa nitrat pada kasus ini tidak memiliki perbedaan yang signifikan (hanya sebesar 0,1 mg/l).

Konsentrasi nitrat yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan ketiga sampel air irigasi yang lain dapat ditemukan pada air irigasi di Rawabambu, yaitu sebesar 2,6 mg/l. Di Desa ini, baru dilakukan pemupukan sebanyak satu kali dengan waktu pemupukan terakhir terjadi pada 15 hari sebelum dilakukannya observasi (awal Mei). Tingginya konsentrasi nitrat di air irigasi ini dapat terjadi dikarenakan sawah ini menggunakan 2 jenis pupuk nitrogen, yaitu pupuk NPK dan pupuk urea, dengan jumlah pemakaian sebesar 500 kg/ha, dengan rincian 200 kg/ha untuk pemakaian pupuk NPK dan 300 kg/ha untuk pemakaian pupuk urea. Berkaitan dengan penggunaan pupuk NPK, menurut Soemarno (1984), keseimbangan unsur N (Nitrogen), P (fosfor) dan K (Kalium) dalam tanah akan menolong proses nitrifikasi. Hal inilah yang memungkinkan

konsentrasi nitrat di saluran irigasi pada sawah di Rawabambu memiliki nilai yang lebih besar daripada ketiga lokasi sawah yang lain, karena di lokasi sawah Rawabambu lebih kondusif untuk memproduksi nitrat.

Untuk sampel air sungai (*Kalibaru*), didapatkan konsentrasi nitrat yang cukup tinggi, yaitu sebesar 5,2 mg/l. Tingginya konsentrasi nitrat pada sampel air ini dapat dimungkinkan karena kondisi lingkungan di sekitar aliran sungai yang kurang baik. Kandungan nitrat pada air sungai dapat berasal dari air limbah pemukiman di sekitar sungai. Limbah pemukiman umumnya banyak mengandung senyawa organik dan protein yang dapat teruraikan oleh bakteri menjadi ammonia, nitrit dan nitrat. Senyawa-senyawa tersebut sangat mudah larut dalam air. Menurut Lehr, dkk., (1980), badan air mudah sekali tercemar senyawa nitrat apabila terdapat timbunan limbah rumah tangga, misalnya sampah. Polutan seperti inilah yang memungkinkan terjadinya pencemaran dan mengakibatkan tingginya konsentrasi senyawa nitrat pada air sungai *Kalibaru*, di beberapa tempat di aliran sungai *Kalibaru* bahkan diindikasikan terjadi proses eutrofikasi dengan ditandai adanya eceng gondok, hal ini dapat terjadi karena di dalam badan air memiliki senyawa nitrogen dalam jumlah yang cukup besar sehingga merangsang pertumbuhan eceng gondok.

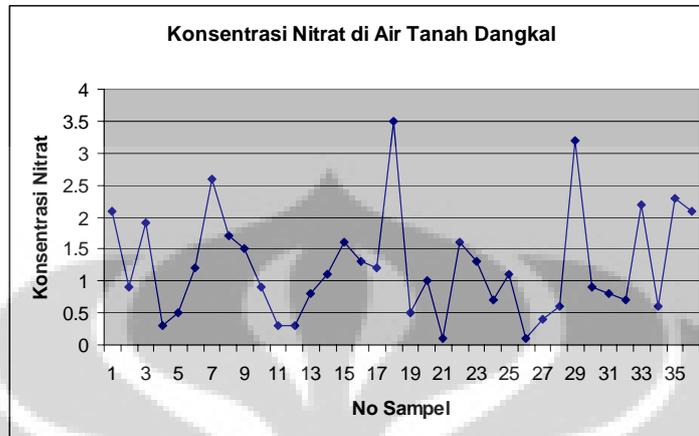


Gambar 5.2a dan 5.2b Eceng Gondok di *Kalibaru*

5.2 Konsentrasi Senyawa Nitrat dalam Airtanah Dangkal

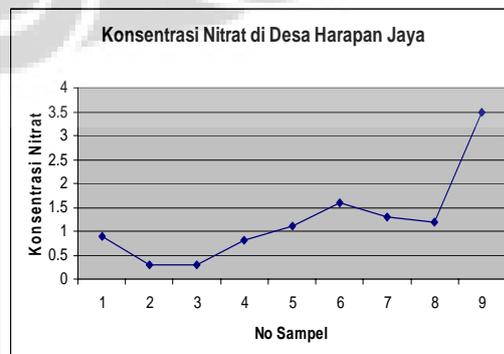
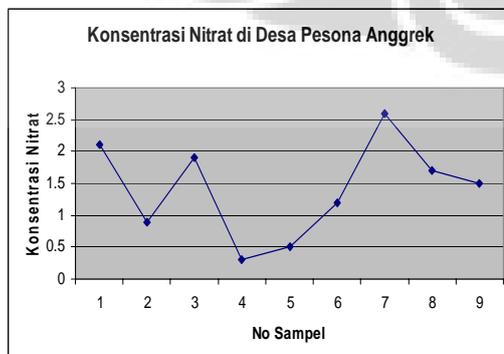
Secara alami kandungan nitrat dalam airtanah sangat kecil, dijumpainya unsur tersebut pada air tanah menunjukkan adanya masukan dari sumber non alami seperti kegiatan pertanian, peternakan ataupun limbah

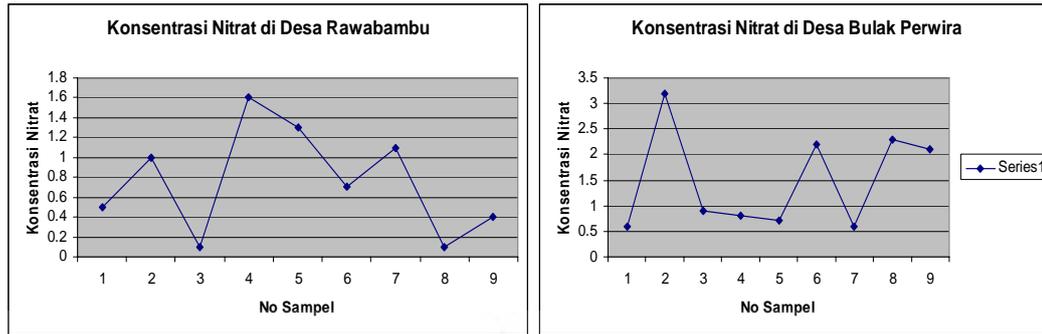
domestik. Hasil pengukuran terhadap 36 sampel airtanah dangkal di daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Konsentrasi Senyawa Nitrat pada Airtanah Dangkal
(Sumber: Pengolahan Data, 2009)

Gambar 5.4 memperlihatkan sebaran konsentrasi nitrat pada airtanah dangkal di 4 lokasi yang diamati. Secara umum, di lokasi penelitian tidak ditemukan sampel air yang sudah tercemar nitrat, nilai yang terukur masih rendah dan jauh dari batas ambang untuk konsumsi air minum (10 mg/l). Nilai maksimum konsentrasi nitrat yang terukur pada daerah penelitian yaitu sebesar 3,5 mg/l, yang berada di Harapan Jaya, sedangkan konsentrasi nitrat terendah yaitu sebesar 0,1 mg/l berada di Rawabambu, sementara nilai rerata konsentrasi nitrat pada daerah penelitian yaitu sebesar 1,2 mg/l.





Gambar 5.5a, 5.5b, 5.5c, 5.5d Konsentrasi Nitrat di Beberapa Desa

(Sumber: Pengolahan Data, 2009)

Apabila dikaitkan antara besarnya konsentrasi nitrat dalam airtanah dangkal dengan konsentrasi nitrat pada air permukaan (irigasi dan sawah), tidak memperlihatkan kecenderungan bahwa semakin tinggi konsentrasi nitrat pada air irigasi akan diikuti dengan konsentrasi nitrat pada airtanah dangkal yang tinggi pula.

5.3 Hubungan antara Konsentrasi Nitrat dengan Jarak Sawah ke Sumur

Kontaminasi nitrat pada air sumur dapat diakibatkan karena jarak antara sumur sebagai penyedia air bersih dengan sawah (sebagai sumber kontaminasi) yang terlalu dekat. Menurut Glanville (1993), jarak antara sumur sebagai penyedia air bersih dan sawah yang direkomendasikan adalah minimum sekitar 50 meter, radius nitrat yang terbawa aliran airtanah mencapai 10 hingga lebih dari 150 meter. Hasil penelitian di daerah pertanian Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Ponorogo yang mengkaji pengaruh jarak sumur terhadap konsentrasi nitrat menunjukkan bahwa semakin jauh letak sumur dengan sawah, maka semakin kecil kadar nitrat yang terdapat dalam sumur tersebut.

Hubungan antara konsentrasi nitrat dengan jarak sawah ke sumur dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Konsentrasi Senyawa Nitrat dengan Jarak Sawah ke Sumur

Lokasi	Jarak ke Sawah	Nilai Nitrat
Pesona Anggrek	20	2.1
Harapan Jaya	20	0.9
Harapan Jaya	20	1.3
Pesona Anggrek	30	2.6
Rawabambu	30	1.1
Harapan Jaya	40	0.8
Rawabambu	40	0.5
Rawabambu	40	1.6
Bulak Perwira	40	0.6
Bulak Perwira	40	0.8
Bulak Perwira	40	0.6
Pesona Anggrek	50	0.3
Rawabambu	60	1
Harapan Jaya	70	0.3
Bulak Perwira	70	0.7
Pesona Anggrek	80	0.9
Pesona Anggrek	80	1.7
Harapan Jaya	80	1.2
Rawabambu	80	1.3
Bulak Perwira	80	3.2
Pesona Anggrek	90	0.5
Harapan Jaya	90	1.1
Rawabambu	90	0.1
Bulak Perwira	100	2.3
Pesona Anggrek	110	1.5
Harapan Jaya	110	0.3
Rawabambu	110	0.1
Bulak Perwira	110	2.2
Pesona Anggrek	120	1.9
Harapan Jaya	120	3.5
Bulak Perwira	120	0.9
Rawabambu	130	0.4
Pesona Anggrek	140	1.2
Harapan Jaya	140	1.6
Rawabambu	140	0.7
Bulak Perwira	150	2.1

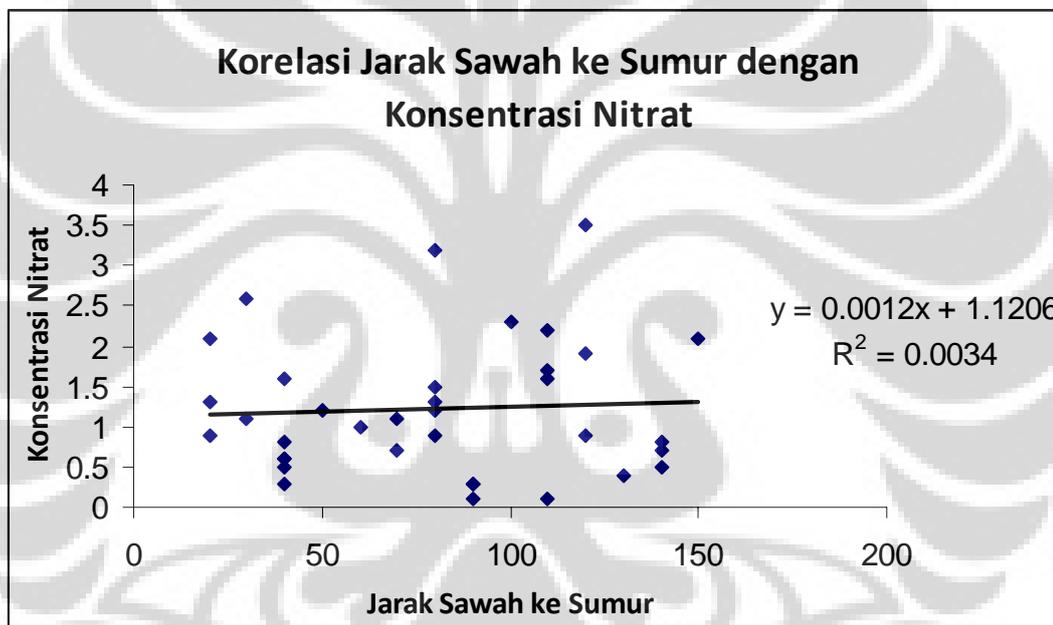
(Sumber: Pengolahan Data, 2009)

Pada Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa pada konsentrasi nitrat pada airtanah dangkal dengan pembufferan kurang dari 50 meter dari sawah memiliki harga tertinggi sebesar 2,6 mg/l dan terendah sebesar 0,3 mg/l, dengan nilai rerata sebesar 1,13 mg/l. Untuk konsentrasi nitrat dengan pembufferan 51 sampai dengan 100 meter dari sawah didapat nilai rerata 1,15 mg/l dengan nilai tertinggi yang tercatat sebesar 3,2 mg/l dan nilai

terendahnya sebesar 0,1 mg/l. Sedangkan untuk konsentrasi nitrat yang pada pembufferan 101 sampai dengan 150 meter dari sawah, terdapat nilai 3,5 mg/l, yang juga merupakan nilai tertinggi dari daerah penelitian dan nilai terendahnya tercatat sebesar 0,1 mg/l.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan *Pearson Product Moment* didapatkan nilai $r = 0,058$, yang artinya kaitan antara konsentrasi nitrat dengan jarak sumur ke sawah memiliki hubungan yang lemah.

Gambar 5.6 Korelasi antara Jarak Sawah ke Sumur dengan Konsentrasi Nitrat



(Sumber: Pengolahan Data, 2009)

Secara teoritis, konsentrasi nitrat akan meningkat seiring dengan semakin dekatnya jarak dari sawah ke sumur warga. Namun, hasil penelitian terhadap contoh airtanah dangkal di lokasi penelitian tidak mengindikasikan adanya kesinambungan dengan hipotesa tersebut. Hal tersebut diperkuat dengan hasil korelasi (r) sebesar 0,058. Angka korelasi yang lemah ini menunjukkan bahwa jarak dari sawah ke sumur tidak memiliki pengaruh yang cukup berarti terhadap kandungan senyawa nitrat pada airtanah dangkal.

5.4 Hubungan Konsentrasi Nitrat dengan Kedalaman untuk Mencapai Muka Airtanah

Masuknya unsur nitrat ke dalam air tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor-faktor. Menurut Pitjeva (1982), akumulasi penyebaran dari senyawa nitrogen dalam air tanah bergantung pada kondisi hidrogeologi, salah satunya adalah kedalaman untuk mencapai muka airtanah. Untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi nitrat dengan kedalaman untuk mencapai muka airtanah dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Konsentrasi Nitrat dengan Kedalaman untuk Mencapai Muka Airtanah

Lokasi	Kedalaman Muka Airtanah	Nilai Nitrat
Harapan Jaya	2	3.5
Bulak Perwira	2	3.2
Bulak Perwira	2	2.2
Pesona Anggrek	2.5	2.1
Pesona Anggrek	2.5	2.6
Rawabambu	2.5	1.1
Rawabambu	2.5	0.1
Pesona Anggrek	3	1.9
Harapan Jaya	3	1.1
Bulak Perwira	3	2.3
Rawabambu	3	1.3
Rawabambu	3	0.4
Bulak Perwira	3	0.6
Bulak Perwira	3	2.1
Bulak Perwira	3.5	0.8
Harapan Jaya	3.5	0.9
Rawabambu	3.5	0.1
Rawabambu	3.5	1.6
Pesona Anggrek	4	1.5
Pesona Anggrek	4	1.7
Harapan Jaya	4	1.6
Harapan Jaya	4	1.3
Harapan Jaya	4	1.2
Rawabambu	4	1
Bulak Perwira	4	0.9
Bulak Perwira	4	0.6
Pesona Anggrek	4.5	1.2
Bulak Perwira	4.5	0.7
Pesona Anggrek	4.5	0.9
Harapan Jaya	5	0.8

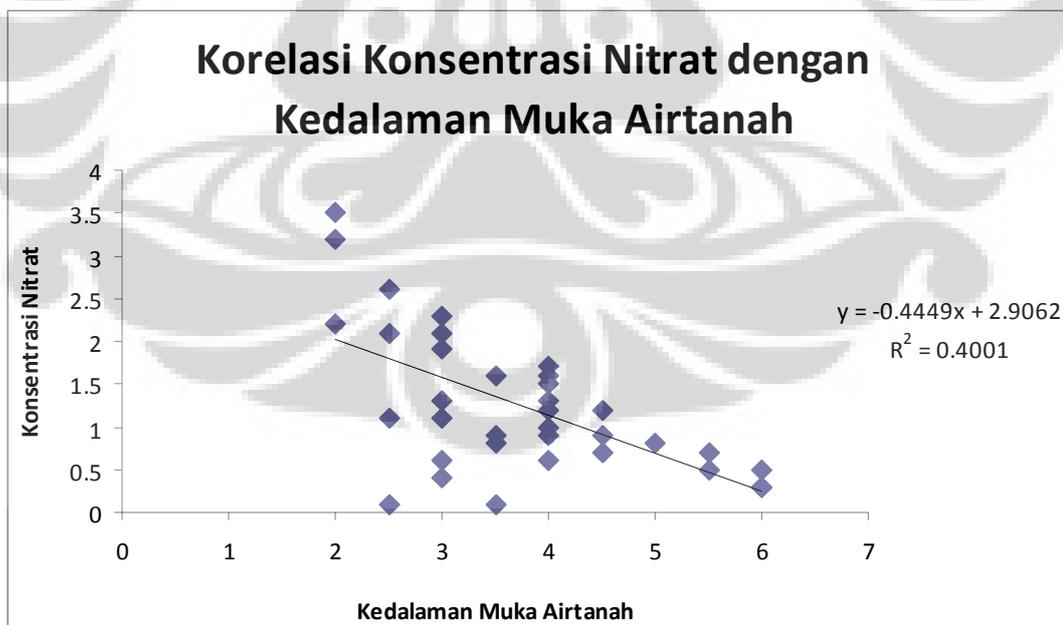
Lokasi	Kedalaman Muka Airtanah	Nilai Nitrat
Rawabambu	5.5	0.7
Rawabambu	5.5	0.5
Pesona Anggrek	6	0.3
Pesona Anggrek	6	0.5
Harapan Jaya	6	0.3
Harapan Jaya	6	0.3

(Sumber: Pengolahan Data, 2009)

Pada Tabel 5.2 menunjukkan bahwa beberapa sampel air menunjukkan kecenderungan semakin meningkatnya konsentrasi nitrat pada kedalaman muka airtanah yang lebih rendah. Harga konsentrasi nitrat yang tertinggi juga tercatat pada kedalaman 2 meter, sedangkan pada kedalaman 6 meter memiliki konsentrasi nitrat yang jauh lebih kecil.

Hasil uji korelasi antara kedalaman muka airtanah dengan konsentrasi nitrat dengan menggunakan *Pearson Product Moment* penggambarannya dapat dilihat pada grafik di bawah ini.

Gambar 5.7 Korelasi antara Kedalaman untuk Mencapai Muka Airtanah dengan Konsentrasi Nitrat



(Sumber: Pengolahan Data, 2009)

Kedalaman muka air tanah dari permukaan tanah merupakan jarak minimum yang ditempuh oleh polutan untuk sampai pada watertable atau muka air tanah. Jadi secara teoritis, semakin panjang jarak yang ditempuh memberikan kesempatan kepada air tanah untuk melakukan purifikasi. Semakin dangkal air tanah maka semakin besar potensi air tanah yang tercemar. Hasil perhitungan menunjukkan keterkaitan yang selaras dengan teori, dengan angka korelasi yang didapatkan sebesar -0,63. Angka Korelasi ini dapat memberikan petunjuk bahwa kedalaman untuk mencapai muka airtanah memiliki kontribusi yang signifikan terhadap besarnya kandungan nitrat yang terdapat pada airtanah dangkal.

5.5 Hubungan antara Aktivitas Pemupukan, Hidrogeologi dan Geologi terhadap Konsentrasi Nitrat

Pemupukan memegang peranan penting dalam hal ini karena ia sebagai penyedia unsur nitrogen dalam tanah. Pupuk nitrogen yang tidak diserap oleh tanaman akan tercuci dari zona perakaran. Sesuai dengan sifatnya yang mudah larut dalam air maka nitrogen yang tercuci ini akan bergerak mengikuti perkolasi air tanah menuju muka air tanah (water table). Keberadaan unsur nitrat dari pupuk nitrogen inilah pada akhirnya dapat mencemari air tanah.

Jumlah, macam dan waktu pemupukan mempengaruhi jumlah nitrogen yang meresap ke dalam lapisan akifer. Pemakaian pupuk dengan jumlah besar dapat meningkatkan kadar nitrogen, semakin besar takarannya maka makin besar pula potensi kandungan nitrogen dalam airtanah. Jenis atau macam pupuk juga turut mempengaruhi kadar nitrogen dikarenakan tiap jenis pupuk nitrogen memiliki presentase nilai N yang berbeda-beda, sebagai contoh untuk pupuk nitrogen jenis ZA (Zwavelzure Amoniak) memiliki kadar N antara 20,5-21% sedangkan pupuk nitrogen jenis urea mengandung 45% N. Sedangkan mengenai waktu pemupukan, pada daerah yang melakukan pemupukan lebih awal memiliki potensi mengandung kadar nitrogen lebih besar pada airtanahnya, hal ini

dikarenakan nitrat yang berasal dari proses pemupukan membutuhkan waktu untuk menuju sistem airtanah.

Tabel 5.3 Data Aktivitas Pertanian

No	Lokasi	Pemakaian Pupuk			Nilai Rerata Nitrat pada Airtanah	Keterangan
		Jenis	Jumlah	Waktu		
1	Bulak Perwira	Urea TSP	300 kg/ha 300 kg/ha	20 hari yang lalu	1.5	2 kali memupuk
2	Pesona Angrek	Urea TSP	300 kg/ha 200 kg/ha	16 hari yang lalu	1.4	Baru sekali memupuk
3	Harapan Jaya	Urea TSP	300 kg/ha 300 kg/ha	18 hari yang lalu	1.2	2 kali memupuk
4	Rawabambu	Urea NPK	300 kg/ha 200 kg/ha	15 hari yang lalu	0.8	Baru sekali memupuk

(Sumber: Pengolahan Data, 2009)

Data aktivitas pemupukan dapat dilihat pada Tabel 5.3. Mengenai macam dan jumlah pemakaian pupuk, lokasi penelitian di 4 sawah memiliki persamaan, yaitu pupuk nitrogen utama yang digunakan adalah pupuk urea dengan takaran pemakaian sebesar 300 kg/ha. Mengenai adanya persamaan tersebut, maka macam dan jumlah pemakaian pupuk tidak dapat dijadikan acuan. Untuk waktu pemupukan, keempat sawah tersebut secara umum juga memiliki persamaan, yaitu dilakukan pemupukan terakhir pada awal Mei, dan hanya berbeda beberapa hari saja. Pada lokasi sawah yang diamati, waktu pemupukan secara umum sejalan dengan teori di atas, hal ini diperlihatkan bahwa sawah yang memupuk lebih awal memiliki kecenderungan mempunyai konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan sawah yang lebih akhir memupuk. Mengenai intensitas pemupukan sawah di Bulak Perwira dan Harapan Jaya, sudah 2 kali memupuk, sehingga tidak memupuk kembali. Sedangkan untuk Pesona Angrek dan Rawabambu baru memupuk satu kali. Nilai rerata konsentrasi nitrat di lokasi sawah yang telah mengalami 2 kali pemupukan

tercatat 1,2 dan 1,5 mg/l, sedangkan nilai rerata konsentrasi nitrat di lokasi sawah yang baru sekali memupuk tercatat 1,4 dan 0,8 mg/l. Dengan data tersebut, secara umum memperlihatkan adanya kecenderungan bahwa sawah yang dengan intensitas pemupukan lebih banyak memiliki konsentrasi nitrat yang lebih besar dari pada sawah yang lebih sedikit memupuk, meskipun perbedaan konsentrasinya tidak terlalu besar.

Keadaan geologi pada daerah penelitian terutama tersusun oleh aluvium yang terdiri atas kerikil, pasir, lanau dan lempung bersifat tidak padu dengan kelulusan rendah-sedang. Adapun komposisi litologinya merupakan endapan aluvium pantai yang tersusun atas perselang-selingan endapan lempung dan pasir, setempat mengandung bahan organik, dengan kelulusan kecil sampai sedang. Hal tersebut dapat meminimalisasi potensi polutan masuk ke dalam airtanah dangkal. Hal inilah yang membuat rendahnya konsentrasi nitrat di daerah penelitian.

Untuk faktor hidrogeologi, kedalaman untuk mencapai muka airtanah, seperti yang telah dijabarkan pada penjelasan di atas menunjukkan keterkaitan yang nyata terhadap besaran konsentrasi nitrat pada airtanah dangkal. Faktor hidrogeologi lain seperti arah aliran air tanah juga memiliki pengaruh terhadap besarnya konsentrasi nitrat di daerah penelitian. Di Rawabambu yang letaknya paling selatan dari daerah penelitian memiliki nilai rerata paling rendah dibandingkan dengan ketiga lokasi lainnya yang berada di utara daerah penelitian. Hal ini dapat terjadi karena tercapainya konsentrasi maksimum berkaitan dengan arah aliran airtanah di daerah penelitian yang menuju ke arah utara sampai barat laut, sehingga bagian utaranya memiliki nilai rerata yang lebih tinggi dibandingkan daerah selatannya. Di Rawabambu ini nilai reratanya 0,8 mg/l dan di desa ini tidak ditemukan konsentrasi nitrat melebihi 2 mg/l.

Rendahnya konsentrasi NO_3 di daerah penelitian secara umum dapat terjadi karena sawah mempunyai lapisan kedap air sehingga tingkat pencucian hara rendah atau bahkan nihil. Selain itu kondisi sawah yang tergenang air mengakibatkan nilai Eh turun sehingga nitrat berubah menjadi gas N_2O dan N_2 melalui proses denitrifikasi (Nursyamsi, 2007).

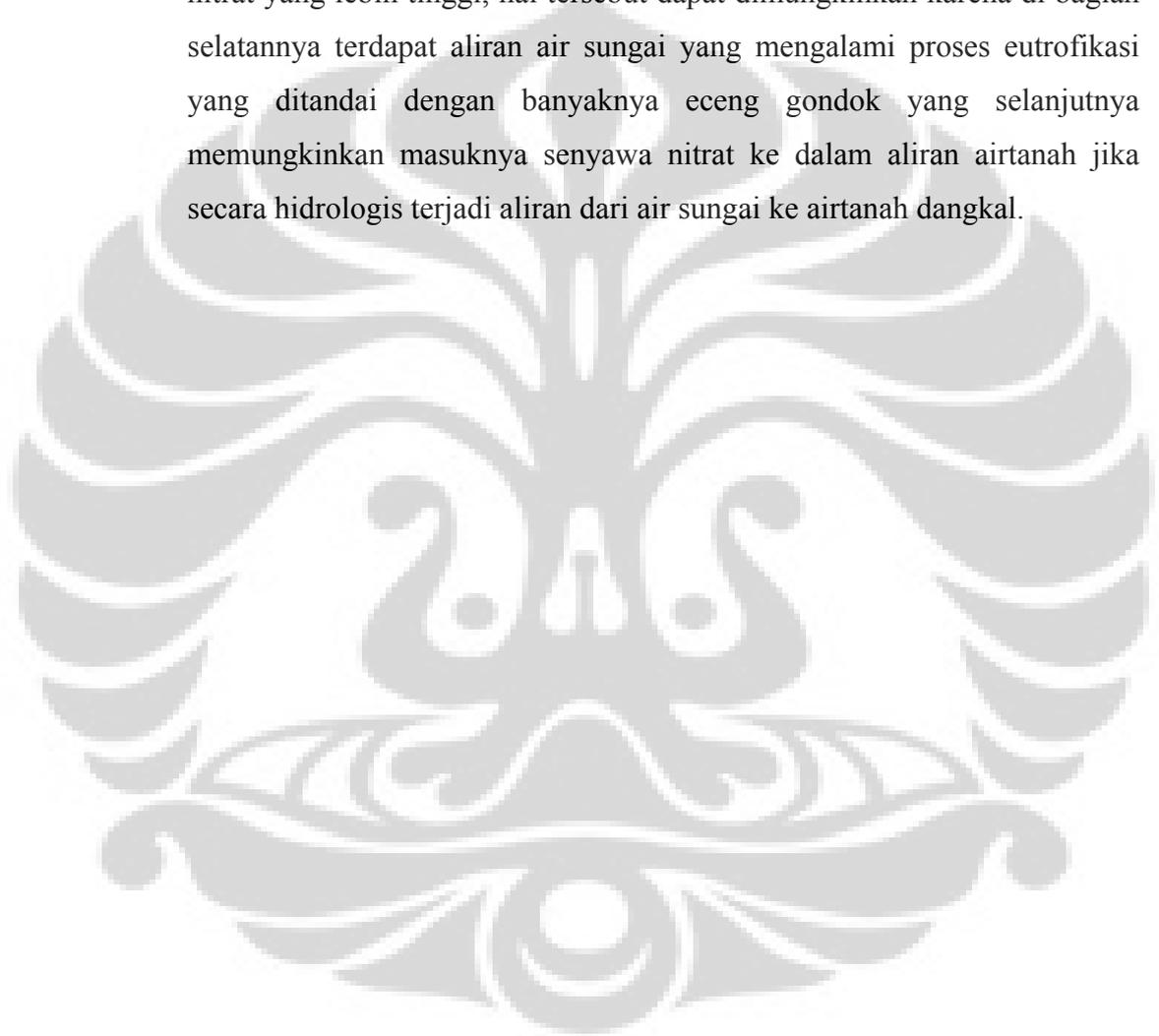
Berkaitan dengan curah hujan sebagai faktor yang mempengaruhi hilangnya pupuk nitrogen akibat besarnya proses pengenceran oleh curah hujan juga menjadi salah satu penyebab rendahnya konsentrasi nitrat pada daerah penelitian. Hal ini diperkuat mengingat Kota Bekasi mengalami musim hujan antara bulan Desember sampai Mei yang ditandai dengan banyaknya hari hujan, termasuk pada saat observasi ke lapangan. Selain itu, rendahnya konsentrasi nitrat pada air sumur pompa dapat terjadi dikarenakan terjadinya proses denitrifikasi dalam lapisan akifer yang mempunyai sifat aerasi kurang baik (Minkin & Ashirova, 1982) atau menurunnya konsentrasi amonium karena pengikatan ion-ionnya oleh lapisan lempung dalam perjalanannya (Vrba & Rojminn, 1986).

5.6 Sebaran Konsentrasi Nitrat pada Airtanah Dangkal

Secara umum pada Peta Konsentrasi Nitrat, terlihat bahwa wilayah bagian utara daerah penelitian yang meliputi Bulak Perwira, Harapan Jaya dan Pesona Anggrek mempunyai konsentrasi senyawa nitrat yang tinggi bila dibandingkan dengan wilayah selatan penelitian, dengan nilai rerata konsentrasi nitrat di tiap lokasi berturut-turut sebesar 1,5; 1,2; dan 1,4 mg/l. Lokasi-lokasi sampel dengan konsentrasi nitrat yang cukup besar apabila dibandingkan dengan lokasi sampel lain di daerah penelitian juga ditemukan pada daerah ini, seperti pada lokasi sampel nomor 18 (Harapan Jaya), lokasi sampel nomor 29 (Bulak Perwira) dan lokasi sampel nomor 7 (Pesona Anggrek) dengan konsentrasi nitrat berturut-turut 3,5; 3,2 dan 2,6. Sedangkan bagian selatan penelitian yang mencakup Rawabambu memiliki nilai rerata yang rendah, yaitu sebesar 0,8 mg/l. Konsentrasi nitrat dengan nilai tertinggi tercatat 1,1 mg/l, di wilayah ini juga ditemukan konsentrasi nitrat terendah dengan nilai sebesar 0,1 mg/l.

Sebaran konsentrasi nitrat yang terukur dengan nilai terendah 0,1 dan nilai tertinggi 3,5 mg/l ditemukan di hampir semua lokasi penelitian, kecuali di Rawabambu. Di lokasi ini hanya ditemukan 2 kelas konsentrasi nitrat, yaitu 0 – 1 mg/l yang terdapat di sebagian besar daerah persawahan

dan 1,1 – 2 mg/l di sebagian utara, tengah dan barat daya daerah persawahan. Untuk sebaran konsentrasi nitrat di Bulak Pewira dan Pesona Anggrek, secara umum mengikuti pola aliran airtanah yang menuju ke barat laut sampai utara, hal ini ditandai dengan konsentrasi nitrat yang cenderung lebih tinggi mengikuti arah aliran airtanahnya. Kondisi anomali terjadi di Harapan Jaya di mana di daerah selatannya memiliki konsentrasi nitrat yang lebih tinggi, hal tersebut dapat dimungkinkan karena di bagian selatannya terdapat aliran air sungai yang mengalami proses eutrofikasi yang ditandai dengan banyaknya eceng gondok yang selanjutnya memungkinkan masuknya senyawa nitrat ke dalam aliran airtanah jika secara hidrologis terjadi aliran dari air sungai ke airtanah dangkal.



BAB VI

KESIMPULAN

Konsentrasi nitrat pada airtanah dangkal masih berada di bawah nilai ambang batas sebagai bahan baku air minum. Kisaran konsentrasi nitrat yang terukur sebesar 0,1 – 3,5 mg/l yang persebarannya mencakup di hampir keseluruhan daerah penelitian. Secara umum sebaran konsentrasi nitrat memiliki nilai yang tinggi di bagian utara daerah penelitian sesuai dengan arah aliran airtanahnya dan kedalaman muka airtanahnya yang lebih rendah di bagian utara.

Faktor geologi memegang peranan terhadap rendahnya konsentrasi nitrat di daerah penelitian karena tersusun oleh aluvium dengan kelulusan rendah-sedang. Sementara variasi spasial konsentrasi nitrat ditentukan oleh faktor hidrogeologi yang mencakup arah aliran airtanah dan kedalaman muka airtanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. *Kota Bekasi Dalam Angka 2005*. Bekasi: Pemerintah Kota Bekasi.
- Anonim. 2007. *Laporan Penyusunan Zonasi Air Bawah Tanah*. Bekasi: Dinas Pengelolaan Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Bekasi.
- Anonim. 2007. *Pengaruh Jarak Sumur dan Pengolahan terhadap Kadar Nitrat (NO_3^-) Air Sumur dan Kadar Nitrat (NO_3^-) dalam Darah Penduduk*. dizzproperty.blogspot.com/2007/09/pengaruh-jarak-sumur-dan-pengolahan.html yang direkam pada 14 Maret 2009 pukul 21.00 WIB.
- Glanville. 2003. *Good Wells For Save Water*, Iowa State University. www.extension.iastate.edu yang direkam pada 14 Maret 2009 pukul 21.30 wib.
- Herianto, Edi dan Sulaswatty, Anny. 1999. *Pencemaran Airtanah (Groundwater Pollution)*. Buletin IPT No. 3 Vol. V. Jakarta: Puslitbang Serpong.
- Hillel. 1997. *Pengantar Fisika Tanah*. Jakarta: Mitra Guna Widya.
- Kusratmoko, Eko dan Sobirin. 1994. *Identifikasi Pencemaran Airtanah Akibat Pemakaian Pupuk (Studi Kasus di Daerah Endapan Vulkanik, Cianjur, Jawa Barat)*. Jakarta: Laporan Penelitian.
- Mulyani, Yeni dan Sudadi, Purwanto. 1999. *Pencemaran Nitrit, Nitrat, dan Zat Organik di Sungai, dan Sumurgali pada Aliran Sungai Ciliwung Antara Desa Cibogo sampai Depok, Bogor*. Buletin Geologi Tata Lingkungan No. 26. Bandung: Direktorat Geologi Tata Lingkungan.
- Nursyamsi, Dedi. 2007. *Kandungan Beberapa Ion di dalam Sumber Air di Sub DAS Citarik dan DAS Kaligarang*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- Sitanala, Frans. 1994. *Sebaran Senyawa Amonium dan Nitrat dalam Airtanah Dangkal*. Jakarta: Laporan Penelitian Jurusan Geografi.
- Sosrodarsono dan Takeda. 1987. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Utama, Harry Wahyudhy. 2007. *Keracunan Nitrit-Nitrat*.

klikharry.wordpress.com/category/science/page/2/, diakses pada 22 Januari 2009 pukul 19.00 WIB.

Wahid, Abdul Salam. 2003. *Peningkatan Efisiensi Pupuk Nitrogen Pada Padi Sawah dengan Metode Bagan Warna Daun*. Jurnal Litbang Pertanian No. 22 Tahun 2003. Jakarta: Puslitbang Jakarta.

Widyastuti. 2006. *Pengembangan Metode "DRASTIC" untuk Prediksi Kerentanan Airtanah Bebas terhadap Pencemaran di Sleman*. Majalah Geografi Indonesia Vol. 20 No.1. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.





Foto 1. Lokasi Sawah Pesona Anggrek



Foto 2. Lokasi Sawah Harapan Jaya



Foto 3. Lokasi Sawah Rawabambu



Foto 4. Lokasi Sawah Bulak Perwira



Foto 5. Irigasi Sawah Pesona Anggrek



Foto 6. Irigasi Sawah Harapan Jaya



Foto 7. Irigasi Sawah Rawabambu



Foto 8. Irigasi Sawah Bulak Perwira

TABEL 1. DATA SAMPEL AIRTANAH DANGKAL

No	Latitude (LS)	Longitude (BT)	Lokasi	Elevasi (m dpl)	Jarak dari Sawah (m)	Kedalaman Muka Airtanah (m dpt)	Konsentrasi Nitrat (mg/l)
1	06° 12' 20.3"	106° 59' 32.5"	Pesona Anggrek	30	20	12	2,1
2	06° 12' 19.7"	106° 59' 29.6"	Pesona Anggrek	33	80	23	0,9
3	06° 12' 19.5"	106° 59' 28.3"	Pesona Anggrek	33	120	15	1,9
4	06° 12' 16.1"	106° 59' 31.4"	Pesona Anggrek	33	50	22	1,2
5	06° 12' 15.1"	106° 59' 34.4"	Pesona Anggrek	36	90	30	0,3
6	06° 12' 17.5"	106° 59' 34.2"	Pesona Anggrek	36	140	30	0,5
7	06° 12' 18.7"	106° 59' 46.2"	Pesona Anggrek	38	30	12	2,6
8	06° 12' 19.2"	106° 59' 48.0"	Pesona Anggrek	31	80	20	1,5
9	06° 12' 20.2"	106° 59' 47.1"	Pesona Anggrek	34	110	20	1,7
10	06° 12' 59.9"	106° 59' 36.6"	Harapan Jaya	36	20	18	0,9
11	06° 13' 00.7"	106° 59' 34.8"	Harapan Jaya	36	70	15	1,1
12	06° 13' 00.0"	106° 59' 33.4"	Harapan Jaya	37	110	20	1,6
13	06° 12' 59.4"	106° 59' 32.8"	Harapan Jaya	39	40	30	0,3
14	06° 13' 03.0"	106° 59' 35.4"	Harapan Jaya	40	90	30	0,3
15	06° 13' 04.4"	106° 59' 35.2"	Harapan Jaya	38	140	24	0,8
16	06° 13' 02.2"	106° 59' 36.7"	Harapan Jaya	34	20	20	1,3
17	06° 13' 04.5"	106° 59' 36.1"	Harapan Jaya	36	80	20	1,2
18	06° 13' 06.2"	106° 59' 35.7"	Harapan Jaya	36	120	6	3,5
19	06° 13' 29.0"	106° 58' 57.7"	Rawabambu	38	40	28	0,5
20	06° 13' 29.3"	106° 58' 57.1"	Rawabambu	38	60	20	1
21	06° 13' 29.4"	106° 58' 55.7"	Rawabambu	38	110	18	0,1
22	06° 13' 30.2"	106° 58' 59.6"	Rawabambu	38	40	18	1,6
23	06° 13' 31.2"	106° 59' 01.1"	Rawabambu	37	80	16	1,3
24	06° 13' 37.7"	106° 59' 03.1"	Rawabambu	39	140	27	0,7
25	06° 13' 17.2"	106° 58' 57.5"	Rawabambu	37	30	12	1,1
26	06° 13' 14.1"	106° 58' 58.2"	Rawabambu	36	90	12	0,1
27	06° 13' 11.9"	106° 58' 58.7"	Rawabambu	36	130	16	0,4
28	06° 12' 20.9"	107° 00' 28.0"	Bulak Perwira	38	40	16	0,6
29	06° 12' 20.9"	107° 00' 27.9"	Bulak Perwira	38	80	7	3,2
30	06° 12' 23.7"	107° 00' 26.4"	Bulak Perwira	37	120	20	0,9
31	06° 12' 11.0"	107° 00' 24.2"	Bulak Perwira	35	40	17	0,8
32	06° 12' 09.6"	107° 00' 26.3"	Bulak Perwira	37	70	22	0,7
33	06° 12' 09.2"	107° 00' 26.8"	Bulak Perwira	35	110	11	2,2
34	06° 12' 13.9"	107° 00' 20.7"	Bulak Perwira	34	40	20	0,6
35	06° 12' 11.0"	107° 00' 18.2"	Bulak Perwira	32	100	15	2,3
36	06° 12' 10.9"	107° 00' 17.2"	Bulak Perwira	33	150	16	2,1

106°58'20" BT

106°59'30" BT

107°00'40" BT

107°1'50" BT

6°11'00" LS

6°12'10" LS

6°13'20" LS

6°11'00" LS

6°12'10" LS

6°13'20" LS

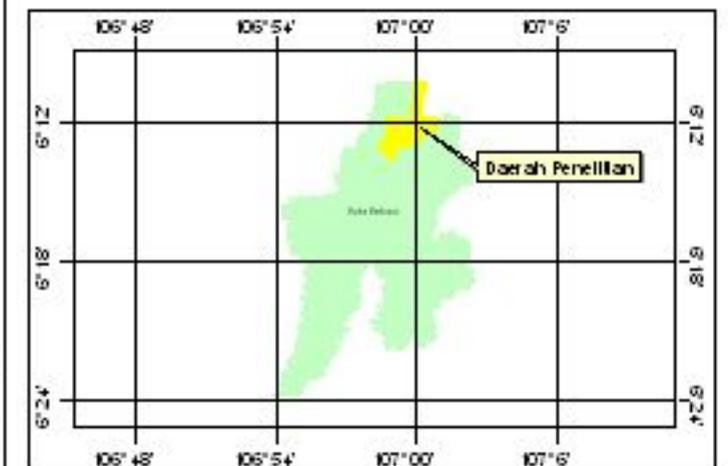
DAERAH PENELITIAN



Keterangan :

- Kel. Harapan Jaya
- Kel. Kali Baru
- Kel. Kaliabang Tengah
- Kel. Perwira

INSET



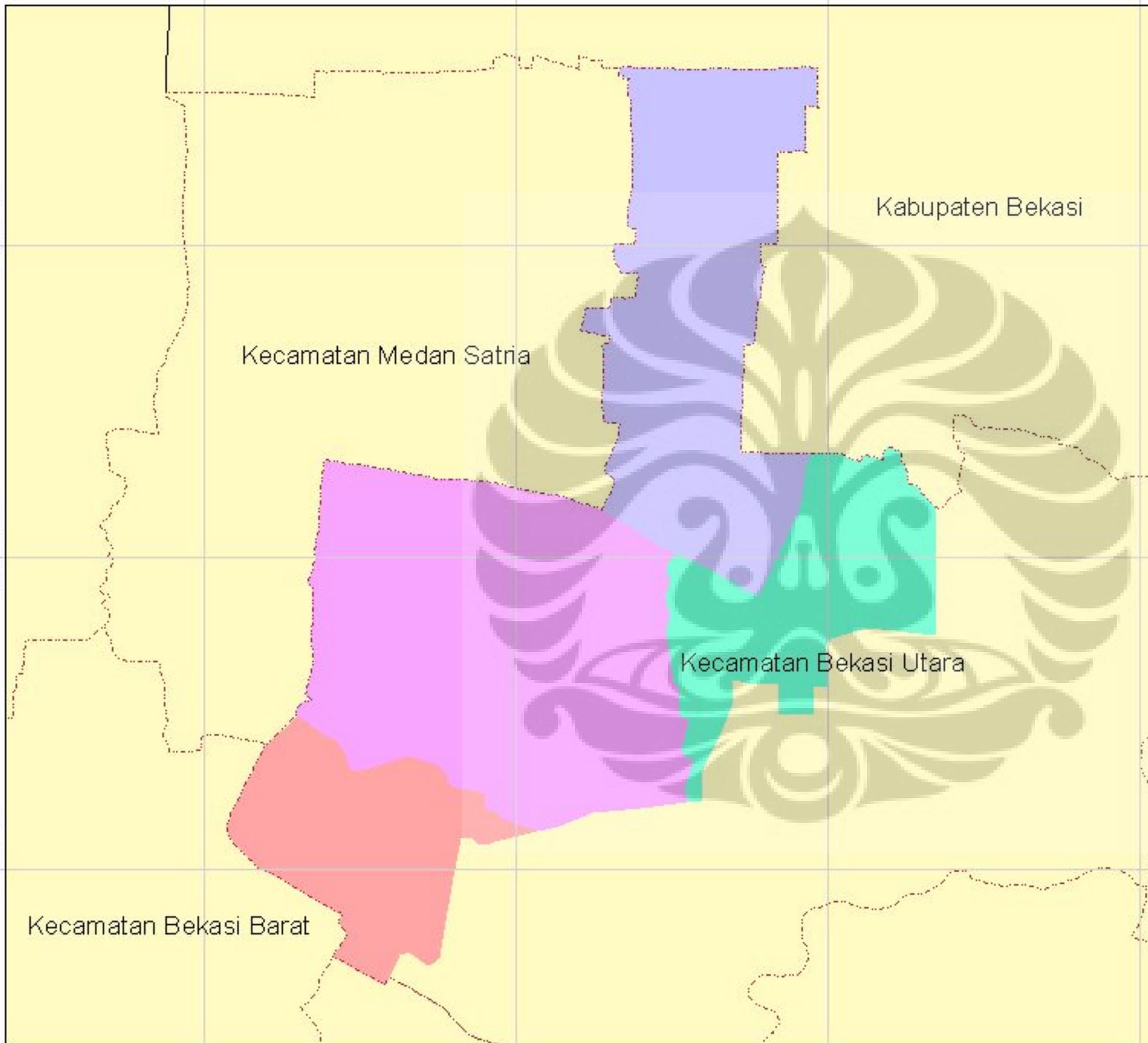
Sumber :
Dinas Lingkungan Hidup
Pemkot Bekasi Tahun 2007

106°58'20" BT

106°59'30" BT

Sebaran konsentrasi..., Rahmatul Qudus, FMIPA UI, 2009

107°1'50" BT



106°58'20" BT 106°59'30" BT 107°00'40" BT 107°01'50" BT

6°11'00" LS

6°12'10" LS

6°13'20" LS

6°11'00" LS

6°12'10" LS

6°13'20" LS

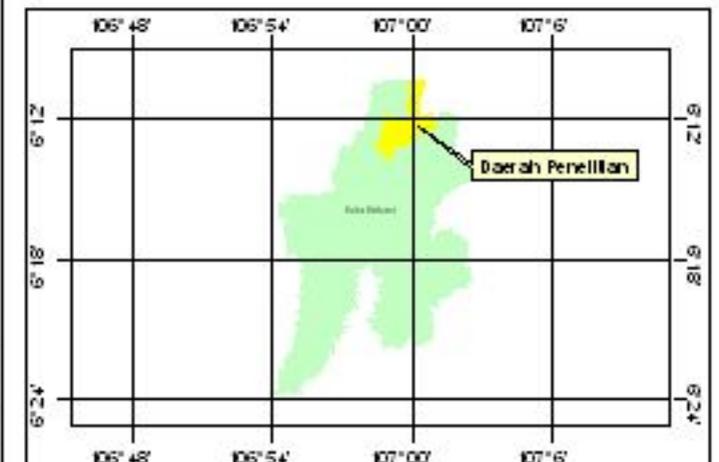
PENGUNAAN TANAH DAERAH PENELITIAN



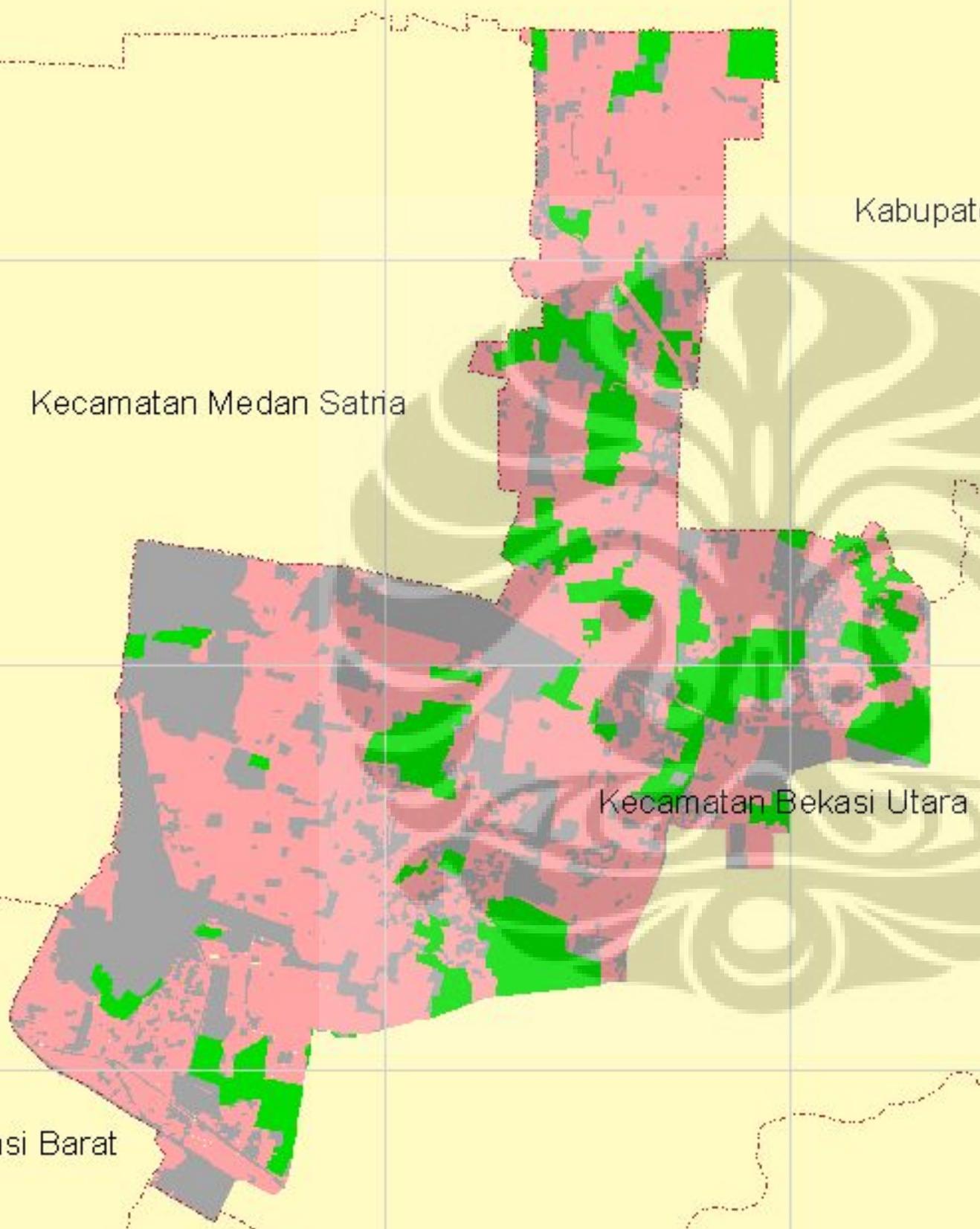
Keterangan :

-  Pemukiman
-  Sawah
-  Penggunaan Tanah Lainnya
-  Daerah Sekitar

INSET

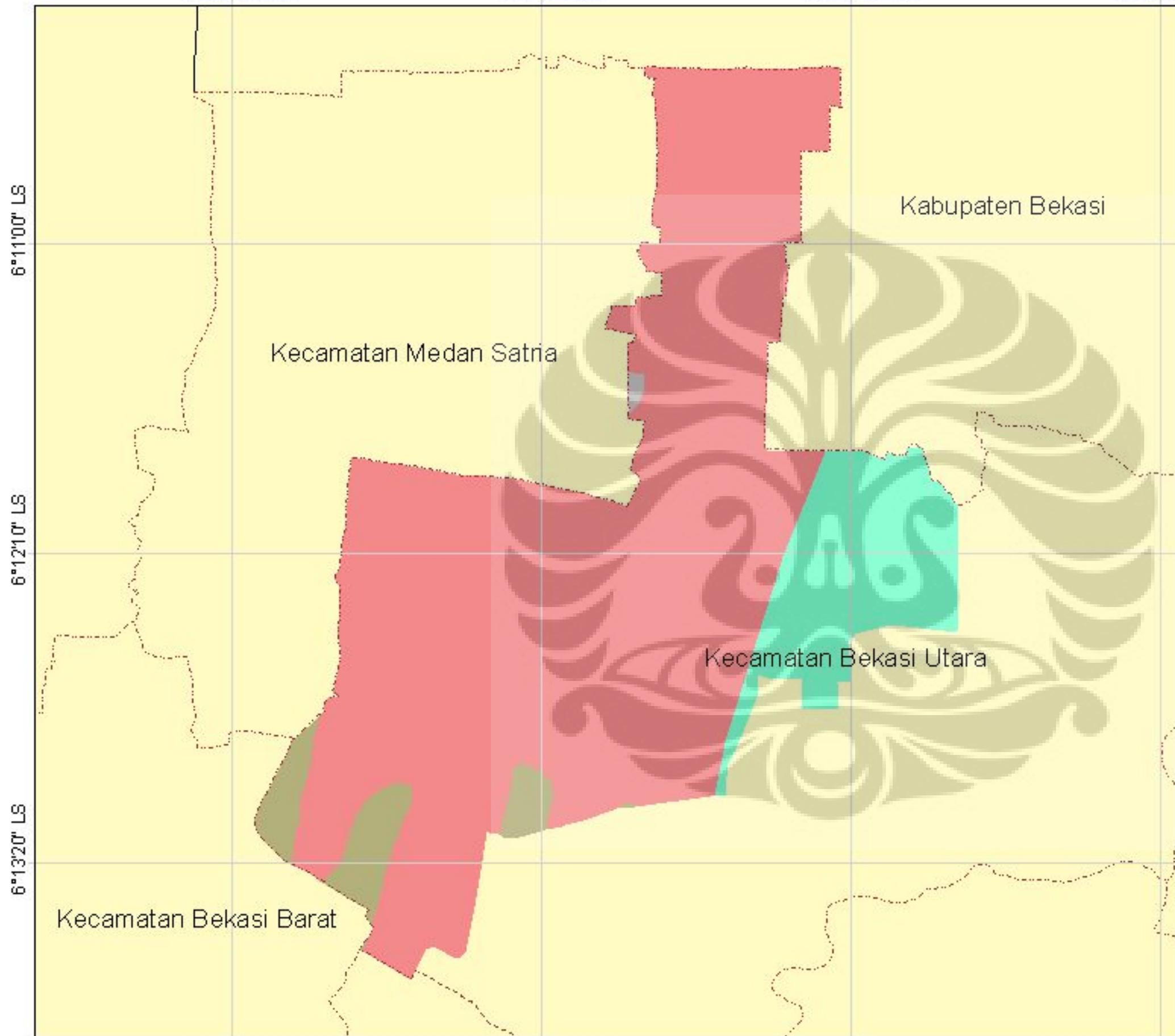


Sumber :
Dinas Lingkungan Hidup
Pemkot Bekasi Tahun 2007

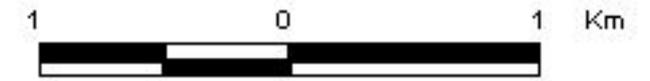


106°58'20" BT 106°59'30" BT 107°00'40" BT 107°01'50" BT

106°58'20" BT 106°59'30" BT 107°00'40" BT 107°1'50" BT



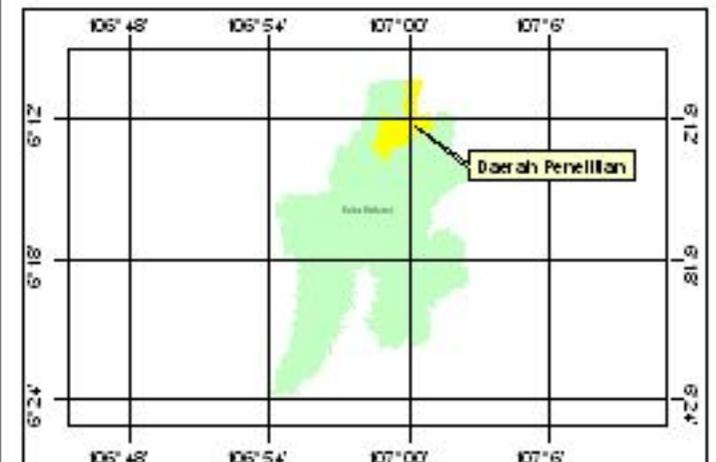
GEOLOGI DAERAH PENELITIAN



Keterangan :

- Qa (Endapan Sungai)
- Qaf (Endapan Dataran Banjir)
- Qav (Batupasir Tufaan dan Konglomerat)
- Qbr (Endapan Pematang Pantai)

INSET



Sumber :
Dinas Lingkungan Hidup
Pemkot Bekasi Tahun 2007

106°58'20" BT 106°59'30" BT Sebaran konsentrasi..., Rahnatah Sunarti, FMIPA UI, 2009 107°1'50" BT

106°58'20" BT 106°59'30" BT 107°00'40" BT 107°01'50" BT

6°11'00" LS

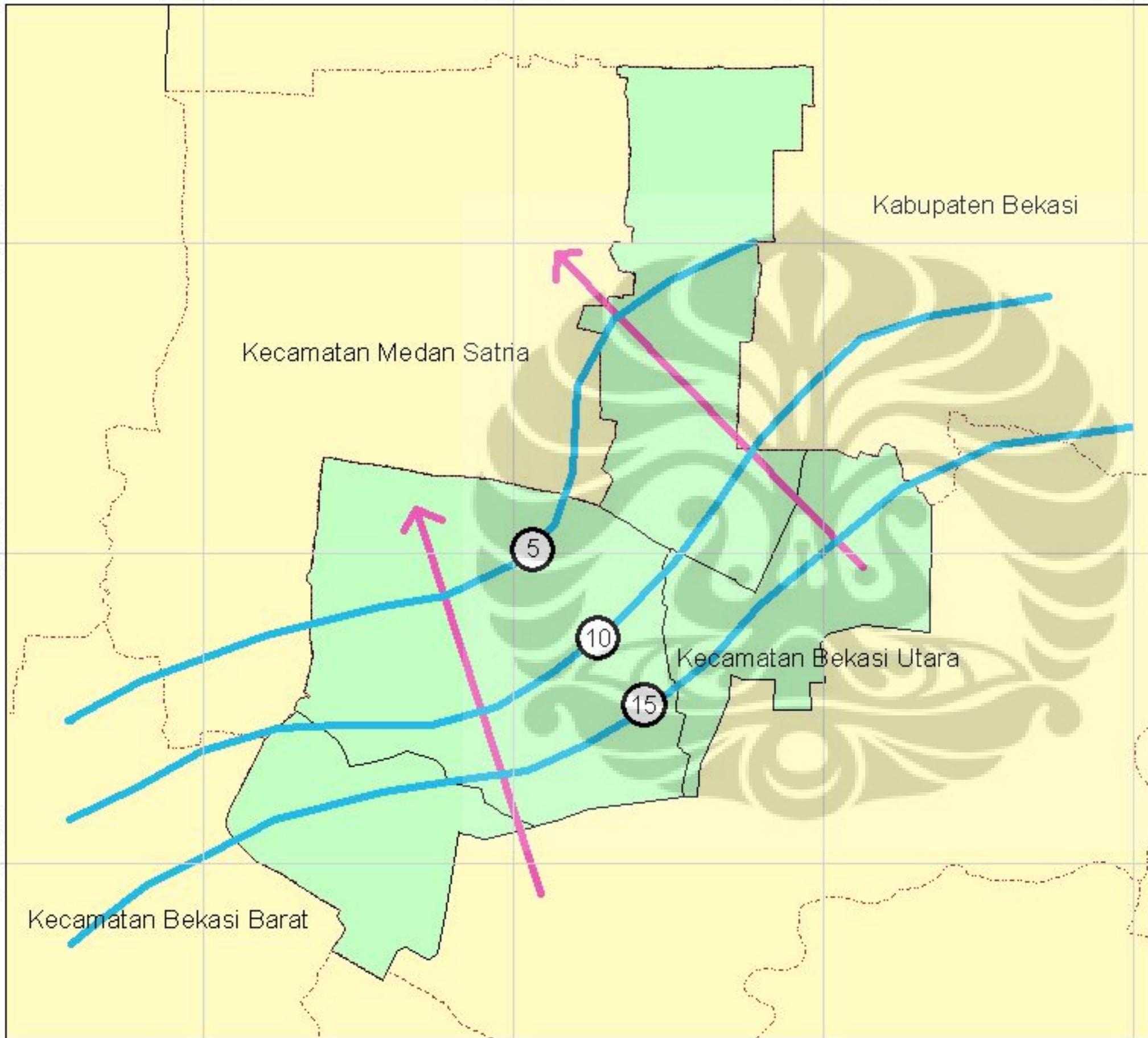
6°12'10" LS

6°13'20" LS

6°11'00" LS

6°12'10" LS

6°13'20" LS



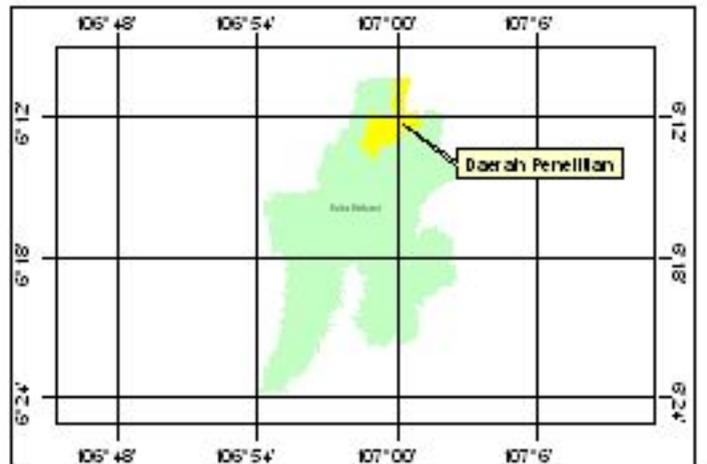
ARAH ALIRAN AIR TANAH DAERAH PENELITIAN



Keterangan :

- Arah Aliran Air Tanah Dangkal
- Kedudukan Muka Air Tanah
- Daerah Penelitian
- Wilayah Sekitar

INSET



Sumber :
Dinas Lingkungan Hidup
Pemkot Bekasi Tahun 2007

106°58'20" BT 106°59'30" BT Sebaran konsentrasi..., Rahnanda S. dkk., FMIPA UI, 2009 107°01'50" BT

106°58'20" BT

106°59'30" BT

107°00'40" BT

107°1'50" BT

6°11'00" LS

6°12'10" LS

6°13'20" LS

6°11'00" LS

6°12'10" LS

6°13'20" LS

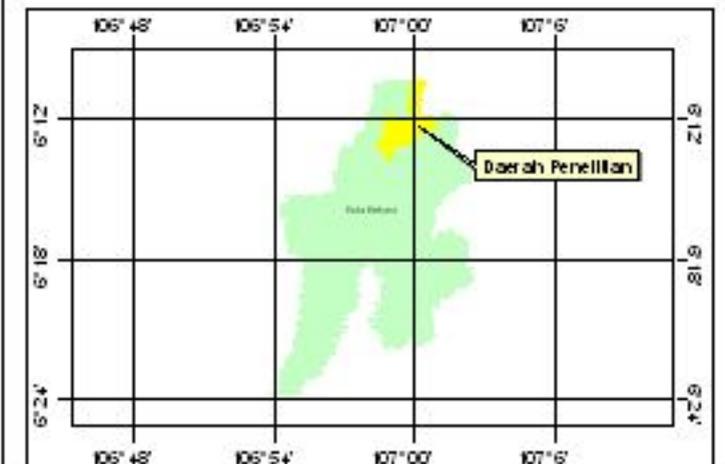
SEBARAN TITIK SAMPEL DAERAH PENELITIAN



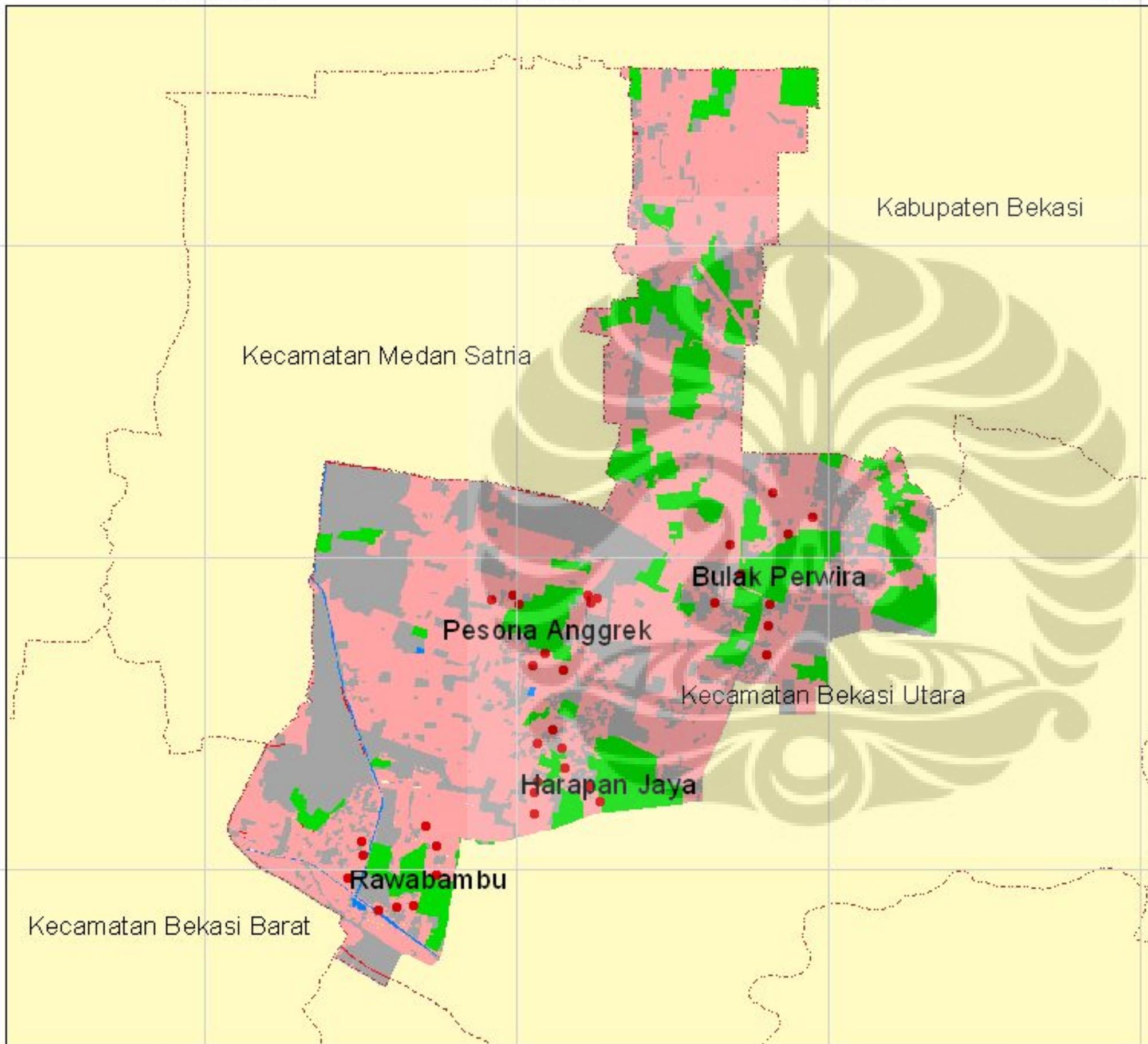
Keterangan :

- Titik Sampel
- Sawah
- Pemukiman
- Sungai dan Perairan
- Penggunaan Tanah Lain

INSET



Sumber :
Dinas Lingkungan Hidup
Pemkot Bekasi Tahun 2007



106°58'20" BT

106°59'30" BT

107°00'40" BT

107°1'50" BT

106°58'48" BT 106°59'00" BT 106°59'12" BT 106°59'24" BT

6°13'12" LS

6°13'12" LS

6°13'24" LS

6°13'24" LS

6°13'36" LS

6°13'36" LS

106°58'48" BT

106°59'00" BT

Sebaran konsentris di sekitar sawah Sunarti, FMIPA UI, 2009

106°59'24" BT

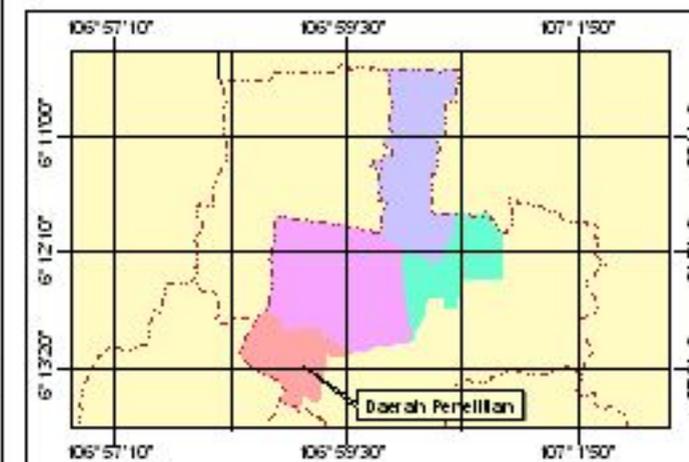
SEBARAN TITIK SAMPEL DAERAH PERSAWAHAN RAWABAMBU



Keterangan :

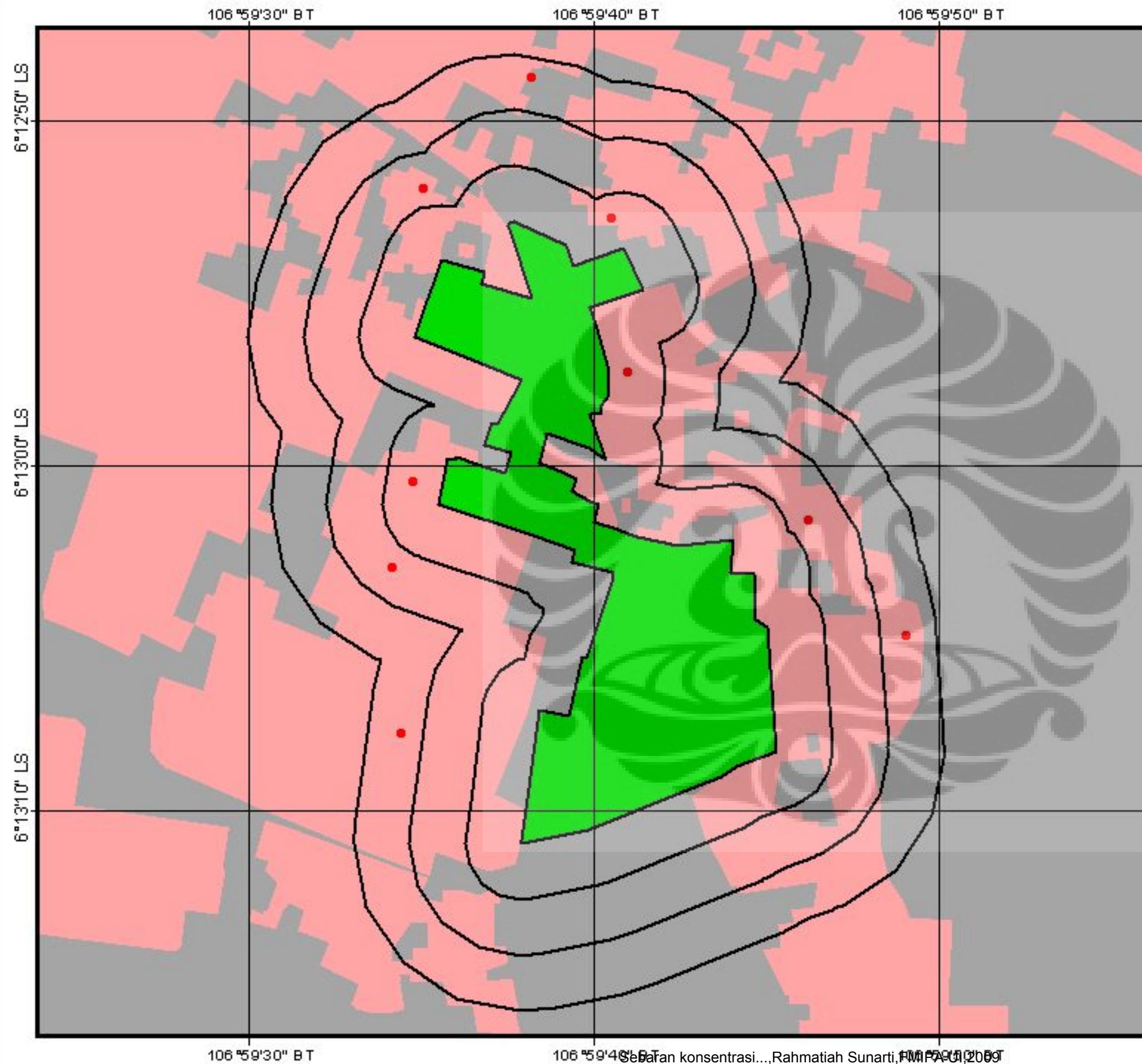
- Titik Sampel
- Buffer per 50 meter
- Sawah
- Pemukiman
- Penggunaan Tanah Lain

INSET



Sumber :

- Dinas Lingkungan Hidup
Pemkot Bekasi Tahun 2007
- Pengolahan Data Tahun 2009



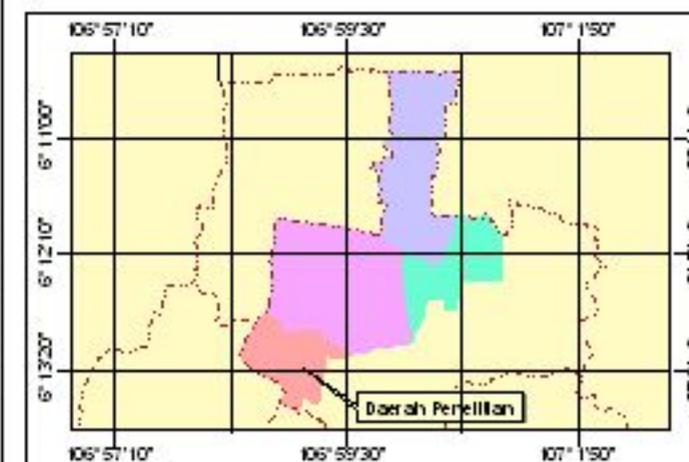
SEBARAN TITIK SAMPEL DAERAH PERSAWAHAN HARAPAN JAYA



Keterangan :

- Titik Sampel
- Buffer per 50 meter
- Sawah
- Pemukiman
- Penggunaan Tanah Lain

INSET



Sumber :

- Dinas Lingkungan Hidup
Pemkot Bekasi Tahun 2007
- Pengolahan Data Tahun 2009

106°59'30" BT

106°59'40" BT

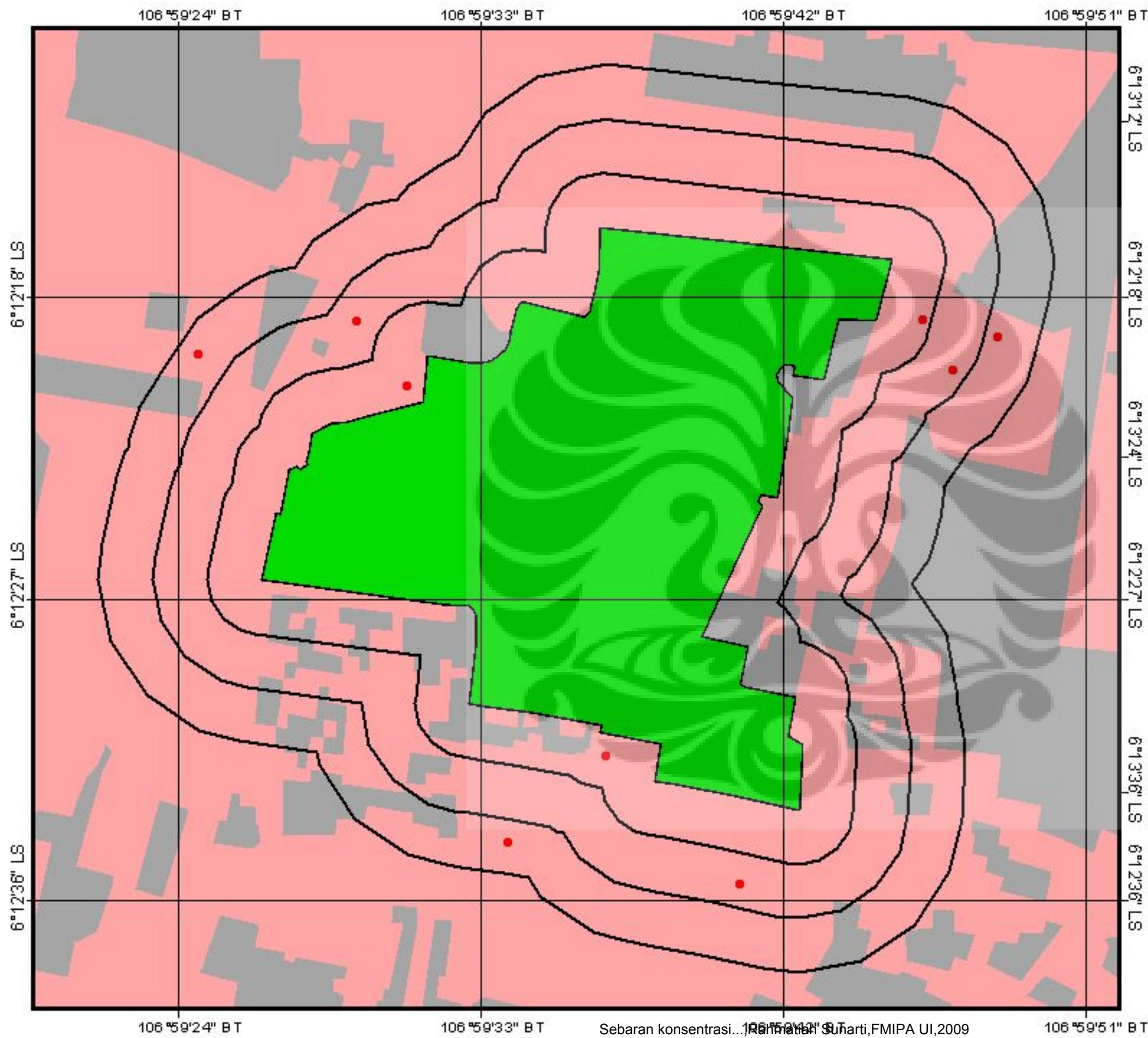
106°59'50" BT

6°12'50" LS

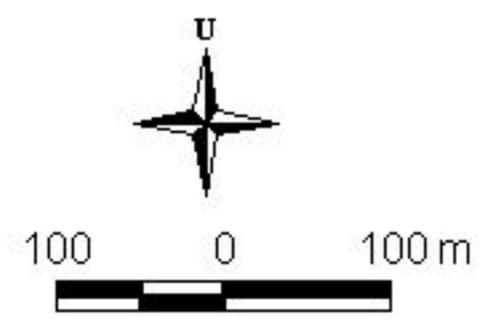
6°13'00" LS

6°13'10" LS

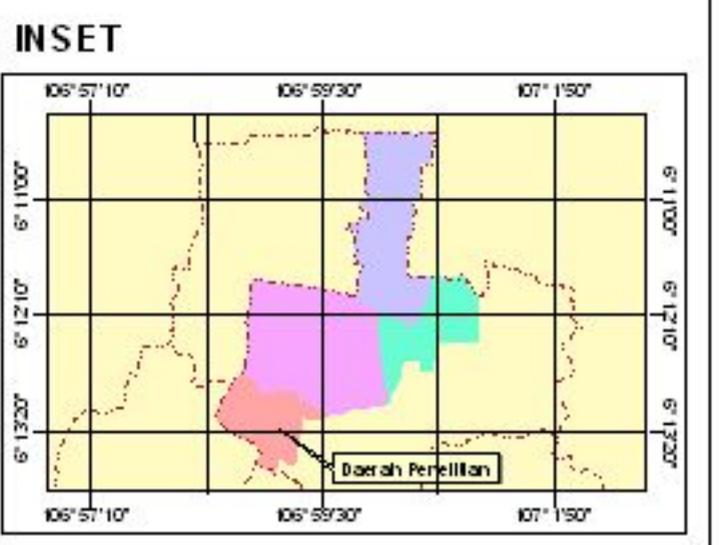
Sebaran konsentrasi..., Rahmatiah Sunarti, FMIPA UI, 2009



SEBARAN TITIK SAMPEL DAERAH PERSAWAHAN PESONA ANGGREK



- Keterangan :
- Titik Sampel
 - Buffer per 50 meter
 - Sawah
 - Pemukiman
 - Penggunaan Tanah Lain



Sumber :

- Dinas Lingkungan Hidup
Pemkot Bekasi Tahun 2007
- Pengolahan Data Tahun 2009

107°00" BT 107°15" BT 107°30" BT 107°45" BT

6°12'00" LS

6°12'15" LS

6°12'30" LS

6°13'12" LS
6°12'00" LS
6°12'45" LS
6°12'30" LS

107°00" BT
107°15" BT
107°30" BT
107°45" BT

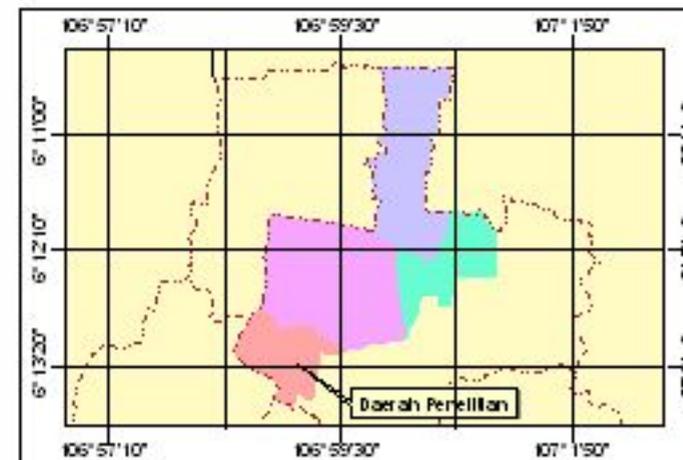
SEBARAN TITIK SAMPEL DAERAH PERSAWAHAN BULAK PERWIRA



Keterangan :

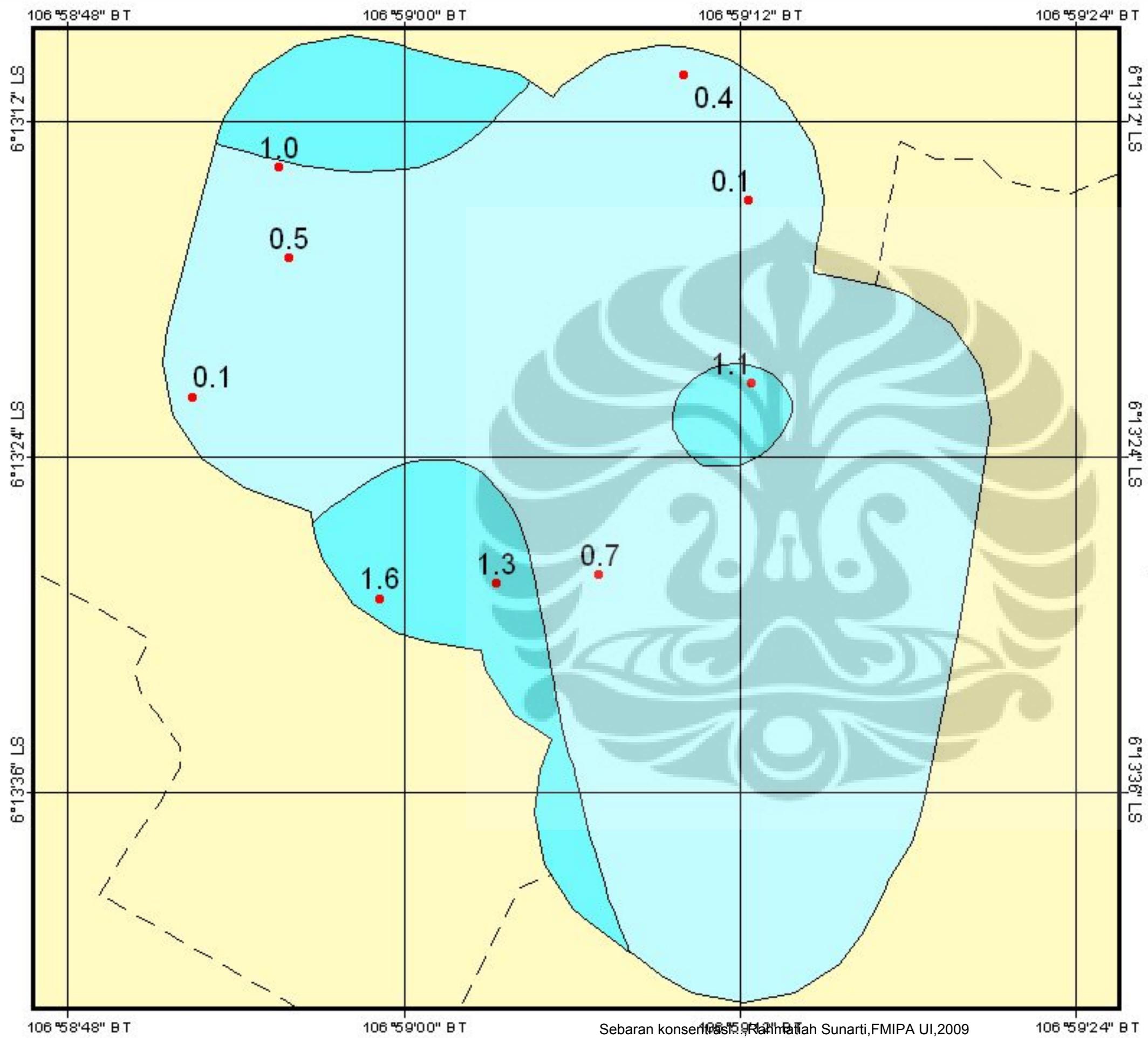
- Titik Sampel
- Buffer per 50 meter
- Sawah
- Pemukiman
- Penggunaan Tanah Lain

INSET

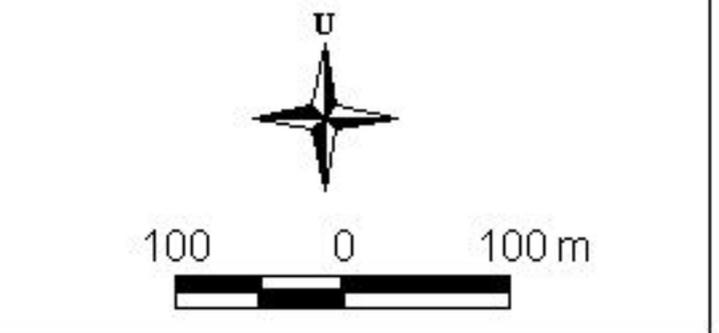


Sumber :

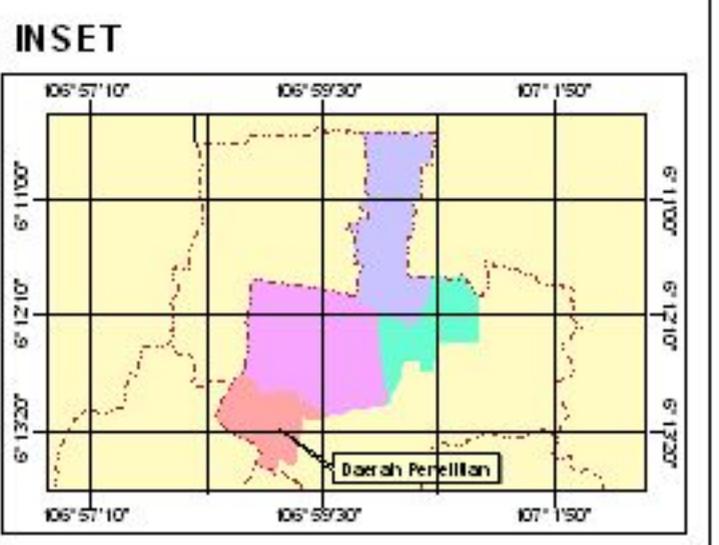
- Dinas Lingkungan Hidup
Pemkot Bekasi Tahun 2007
- Pengolahan Data Tahun 2009



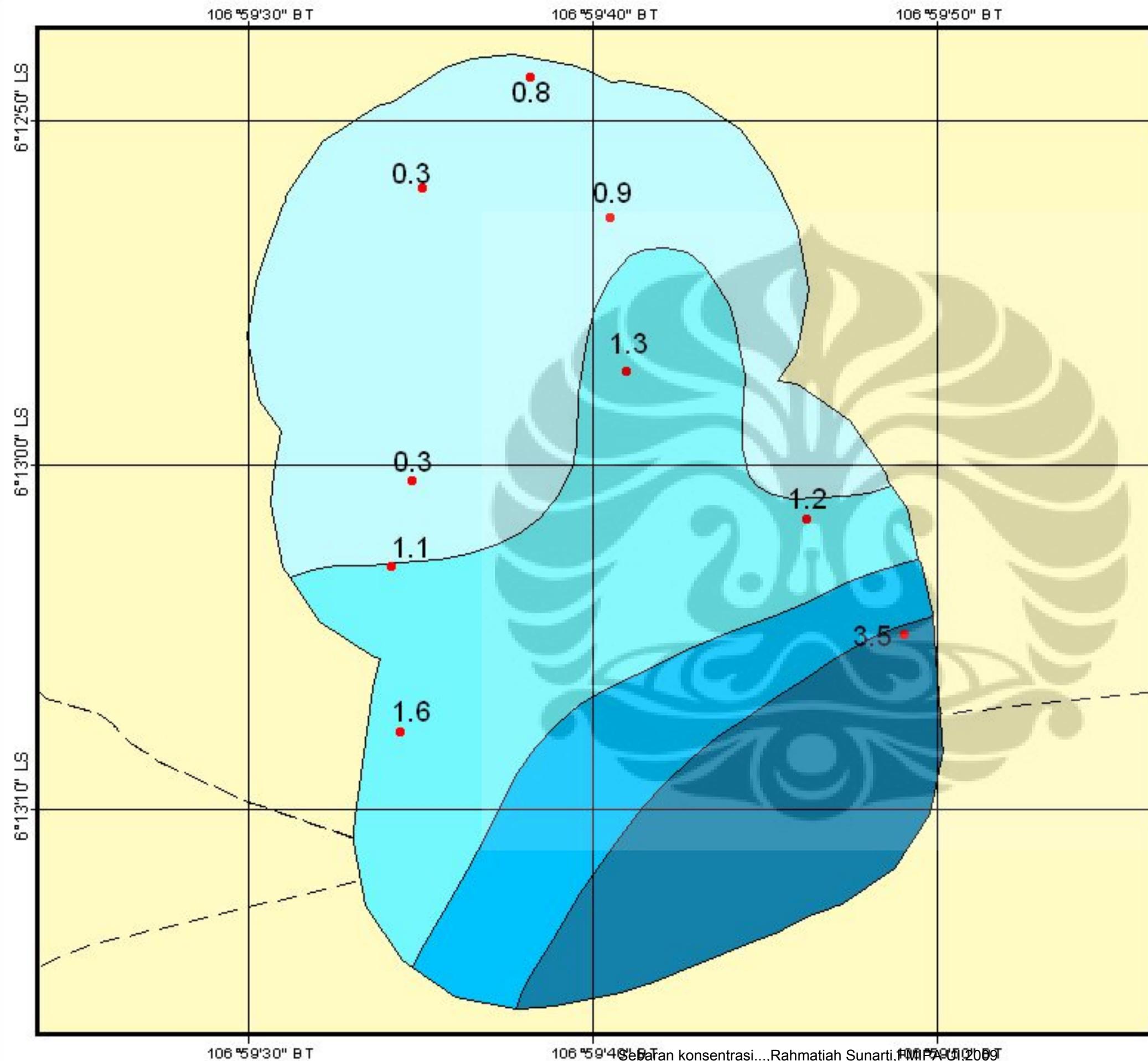
KONSENTRASI NITRAT DAERAH PERSAWAHAN RAWABAMBU



- Keterangan :
- Titik Sampel
 - 0 - 1 mg/l
 - 1,1 - 2 mg/l
 - Daerah Sekitar



Sumber :
Pemkot Bekasi Tahun 2005
Pengolahan Data Tahun 2009



KONSENTRASI NITRAT DAERAH PERSAWAHAN HARAPAN JAYA

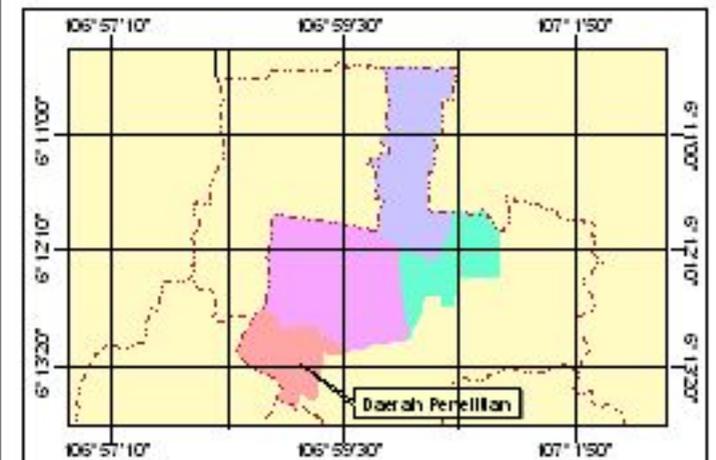


100 0 100 m

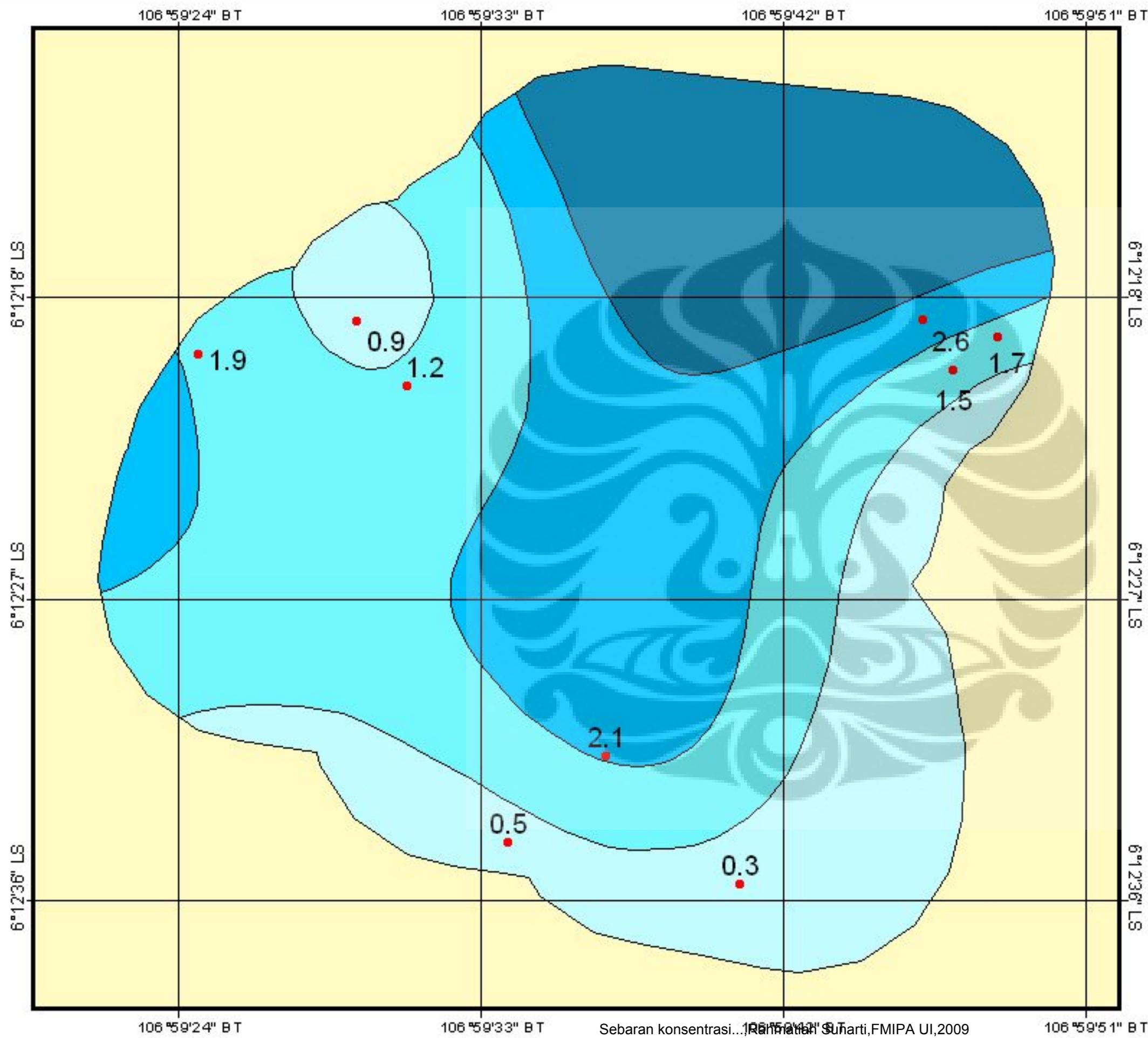
Keterangan :

- Titik Sampel
- 0 - 1 mg/l
- 1,1 - 2 mg/l
- Daerah Sekitar

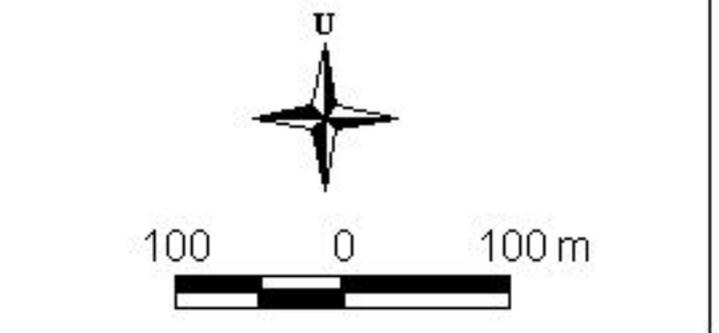
INSET



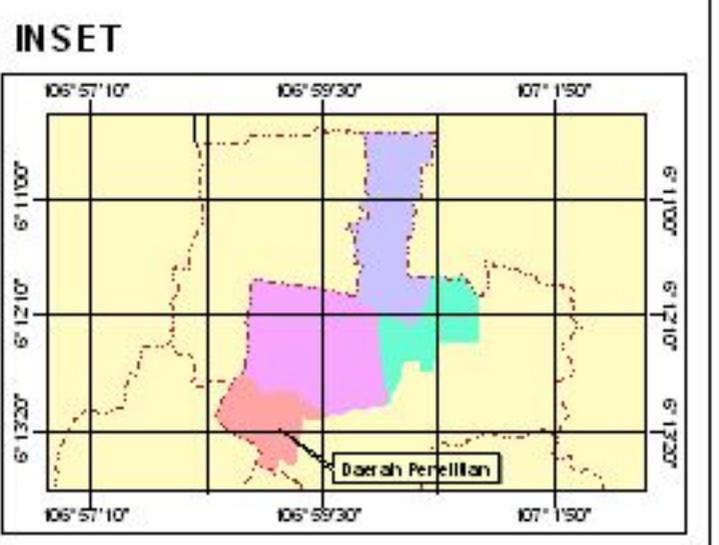
Sumber :
Pemkot Bekasi Tahun 2005
Pengolahan Data Tahun 2009



KONSENTRASI NITRAT DAERAH PERSAWAHAN PESONA ANGGREK



- Keterangan :
- Titik Sampel
 - 0 - 1 mg/l
 - 1,1 - 2 mg/l
 - Daerah Sekitar



Sumber :
Pemkot Bekasi Tahun 2005
Pengolahan Data Tahun 2009

107°00" BT 107°15" BT 107°30" BT 107°45" BT

6°12'00" LS

6°12'00" LS

6°12'15" LS

6°12'15" LS

6°12'30" LS

6°12'30" LS

107°00" BT

107°15" BT

107°30" BT

107°45" BT

KONSENTRASI NITRAT DAERAH PERSAWAHAN BULAK PERWIRA



Keterangan :

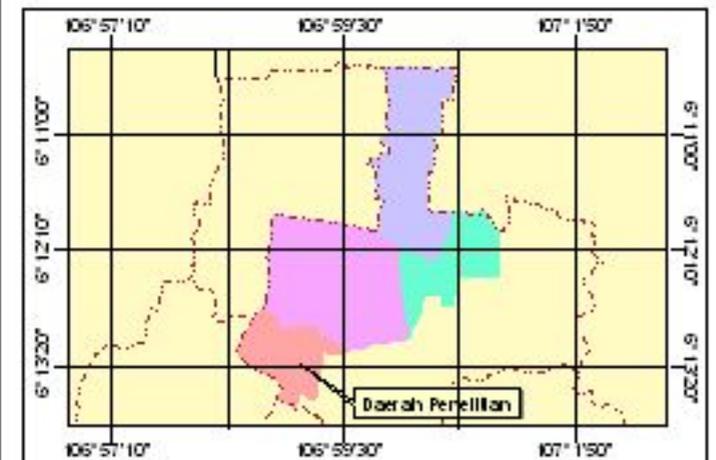
● Titik Sampel

0 - 1 mg/l

1,1 - 2 mg/l

Daerah Sekitar

INSET



Sumber :
Pemkot Bekasi Tahun 2005
Pengolahan Data Tahun 2009