



UNIVERSITAS INDONESIA

**POLA SEBARAN KONSENTRASI SENYAWA FOSFAT $(\text{PO}_4)^{-3}$
DALAM AIRTANAH DANGKAL DI KECAMATAN
SAWANGAN, KOTA DEPOK**

SKRIPSI

SARAS TIARA DAYANTI

0606071790

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

DEPARTEMEN GEOGRAFI

DEPOK

JANUARI 2010



UNIVERSITAS INDONESIA

**POLA SEBARAN KONSENTRASI SENYAWA FOSFAT (PO₄)⁻³
DALAM AIRTANAH DANGKAL DI KECAMATAN
SAWANGAN, KOTA DEPOK**

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

SARAS TIARA DAYANTI

0606071790

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

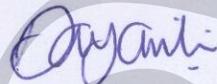
Universitas Indonesia

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Saras Tiara Dayanti

NPM . : 0606071790

Tanda Tangan : 

Tanggal : 6 JANUARI 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Saras Tiara Dayanti

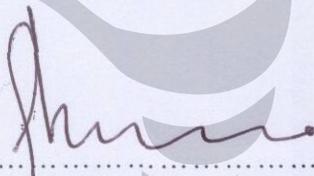
NPM : 0606071790

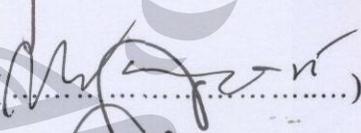
Program Studi : Departemen Geografi

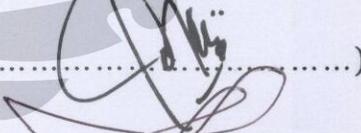
Judul Skripsi : Pola Sebaran Konsentrasi Senyawa Fosfat (PO₄)⁻³
dalam Airtanah Dangkal di Kecamatan
Sawangan, Kota Depok

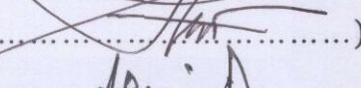
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Science pada Program Studi Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

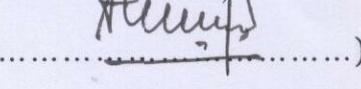
DEWAN PENGUJI

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

Pembimbing : Drs. Mangapul P Tambunan, M.Si ()

Penguji : Dr. Djoko Harmantyo, MS ()

Penguji : Drs. Sobirin , M.Si ()

Penguji : Drs. Supriatna ,MT ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 6 Januari 2010

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Jurusan Geografi pada Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Skripsi ini merupakan bagian dari riset penelitian hibah bersaing yang berjudul Aplikasi Model Drastic Berbasis Sistem Informasi Geografis Untuk Prediksi Kerentanan Airtanah Dangkal Terhadap Pencemaran di Kota Depok dengan nomor kontrak penelitian 298/SP2H/PP/DP2M/VI/2009 .

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

1. Dr. rer.nat. Eko Kusratmoko, M.S dan Drs. Mangapul P. Tambunan, M.si selaku dosen pembimbing I dan II yang telah sabar membimbing, mengarahkan, dan memberi saran selama penelitian berlangsung hingga terampungnya skripsi ini.
2. Drs. Sobirin, M.Si dan Drs. rer.nat Supriatna, M.S selaku penguji I dan II yang telah memberikan kritik, masukan, dan saran demi kesempurnaan skripsi ini.
3. Drs. Tjong Giok Pin, M.Si selaku pembimbing akademik, dan seluruh dosen pengajar serta staf di Departemen Geografi FMIPA UI yang senantiasa tulus berbagi ilmu pengetahuan, dan motivasi serta dukungan.
4. Asisiten Dosen Geografi, Jarot Mulyo Semedi, S.Si, Awal Setiawan, S.Si, Penny Rishartati, S.Si, Weling S, S.Si, Candra, S.Si, dan Corry Nurmala, S.Si, yang selalu memberikan tutorial dan saran bermanfaat untuk skripsi ini.
5. Sahabat-sahabat penulis, Suhaylah, Murniawati, Dena Hernida Agustina, Meilia Indah, Putri Lenggo Sari, Rina Rahmawati Harahap, Winahyu

Setyo Utami, Wulan Meindasari, Aisha Miadinar, Astuti Puji Mayangsasati, Dini Wijyanthi, Dita Safitri, Hadiana Eka Putri, dan Noni Oktriani yang selalu memberikan semangat, keceriaan, kehangatan, dan dukungan kepada penulis disaat susah dan senang.

6. Siti Mardiyah, S.si yang telah memberikan ilmu dan dukungannya, serta untuk teman-teman qholaqoh (Siti Tenricapa, Siti Aulia, dan Chintia Dewi).
7. Teman-teman Geografi angkatan 2006 yang telah memberikan kenyamanan dan hangatnya tali persaudaraan.
8. Saudara/ i BEM FMIPA 2009 (M. Tri Sutrisno, Hogantoro Hutomo, Ardie Septian, Agus Supriatna, Eko Burhanuddin, Anggi Kusumawardani, Nur Trisna, Intan Aprilia, Nurina Kusuma Dewi, Indah Lestari, M. Harfan, Dira Aztiani, Dian Fitriyani, Siti Tenricapa, Indah, Mardatillah, Erna Fristian, Maulana Akbar, Faldo Maldini, Rifki Arif B., dan Karina Fauziah) yang telah memberikan motivasi, semangat, dan indahny suasana kekeluargaan pada organisasi.
9. Teman-teman Geografi angkatan 2004, 2005, 2007 (Dani Vina dan Fikriyah), dan 2008.

Ucapan terima kasih yang tak terkira kepada seluruh anggota keluarga; Drs Danial Thaib, M.M, Dra Sachriani, M.Kes, Fatoni Dayansha, dan Tesar Dayansyah, untuk perhatian, kasih sayang, doa, dukungan moral dan finansial, selama penulis menyelesaikan pendidikan. Saran dan kritik yang membangun dari para pembaca sangat ditunggu, agar dapat mengembangkan tulisan dan penelitian ini, sehingga dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dan mohon maaf kepada pihak-pihak yang belum disebutkan karena kekhilafan penulis.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Depok, 1 Desember 2009

Penulis

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

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

Nama : Saras Tiara Dayanti
NPM : 0606071790
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 :

**Pola Sebaran Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³ dalam Airtanah Dangkal di
Kecamatan Sawangan, Kota Depok**

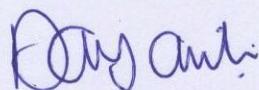
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal :

Yang menyatakan



(Saras Tiara Dayanti)

ABSTRAK

Nama : Saras Tiara Dayanti
Program Studi : Geografi
Judul : Pola Sebaran Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³ dalam Airtanah
Dangkal Di Kecamatan Sawangan, Kota Depok

Penelitian ini mengkaji kandungan konsentrasi fosfat (PO_4)⁻³ dalam airtanah dangkal di Kecamatan Sawangan dan hubungannya dengan variabel, kerapatan rumah, jarak ke lahan pertanian, jenis batuan, jenis tanah, dan kedalaman muka air tanah. Dalam penelitian ini, jumlah sampel yang digunakan sebanyak 160 titik. Penentuan lokasi titik sampel menggunakan teknik pengambilan *stratified random sampling*. Banyaknya titik sampel (n) ditentukan berdasar tabel populasi-sampel yaitu minimal 10% dari jumlah grid (N) yang digunakan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari 160 titik sampel yang digunakan, 32 titik sampel (20%) memiliki nilai konsentrasi fosfat di atas ambang baku mutu air kelas I. Pola konsentrasi senyawa fosfat makin ke utara, nilai konsentrasi senyawa fosfat semakin tinggi. Hasil uji statistik ANOVA menunjukkan bahwa variasi nilai rata-rata konsentrasi fosfat sama pada setiap klasifikasi kerapatan rumah, jenis batuan, jenis tanah, dan kedalaman muka airtanah. Hasil uji *Person's Product Moment* menunjukkan bahwa jarak antara nilai konsentrasi senyawa fosfat ke lahan pertanian tidak memiliki hubungan yang signifikan. Hubungan yang signifikan terjadi pada hubungan antara kerapatan rumah dengan konsentrasi senyawa fosfat pada jenis tanah latosol merah.

Kata Kunci: *Airtanah dangkal, Fosfat (PO_4)⁻³, Uji ANOVA, Uji Product Moment*

viii+56 hlm; 12 gambar, 9 tabel, 8 peta

Bibliografi : 24 (1979-2009)

ABSTRACT

Name : Saras Tiara Dayanti
Major : Geografi
Tittle : Distribution Pattern of Concentration Phosphate (PO_4)⁻³ in
Shallow Groundwater at Sawangan District, Depok City

This research examined the content of the concentration of phosphate (PO_4)⁻³ in shallow groundwater in the Sawangan District and it's relation to variables, the density of homes, the distance to agricultural land, rock type, soil type and depth of ground water. In this research, the number of samples used as much as 160 points. Determining the location of sample points using the technique of stratified random sampling decision. The number of sample points (n) is determined based on table-sample population that is at least 10% of the grid (N) is used. The results of this study showed that of 160 sample points, sample points 32 or (20%) had a value of phosphate concentration on the threshold of the class of water quality standards I. The pattern of concentration of phosphate compounds further to the north, the concentration value of the higher phosphate compounds. ANOVA statistical test results show that the variation in the average concentration of phosphate in each classification density houses, rock type, soil type and groundwater depth is the same. Person's test results Product Moment showed that the distance between the value of the concentration of phosphate compounds to agricultural land has no significant relationship. Significant relationships occurred in the relationship between the density of homes with concentrations of phosphate compounds in red latosol soil types.

Key Word: *Shallow Groundwater, Phosphate (PO_4)⁻³, ANOVA Test, Product Moment Test*

viii+47 hlm; 12 picture, 6 table, 8 map

Bilbiograph : 24 (1979-2009)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR PETA.....	xv
LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Masalah dan Pertanyaan Penelitian.....	3
1.3 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Airtanah.....	5
2.2 Karakteristik Hidrogeologi	7
2.2.1 Akuifer	7
2.2.2 Kedalaman Muka Airtanah	9
2.3 Metoda Pengambilan Sampel Airtanah	9
2.3.1 Peralatan	9
2.3.2 Titik Pengambilan Sampel Airtanah	9
2.3.3 Cara Pengukuran Sampel di Lapangan.....	10
2.3.4 Langkah-langkah Pengambilan Sampel Sumur Gali.....	10
2.4 Peranan Airtanah.....	10
2.5 Kualitas Airtanah	11
2.6 Pencemaran Airtanah	12
2.6.1 Sumber Kontaminan Airtanah	12

2.7	Penggunaan Tanah	13
2.7	Fosfat.....	14
2.7.1	Pengaruh Konsentrasi Senyawa Fosfat pada Airtanah	19
2.8	Metode IDW (<i>Inverse Distance Weighted</i>).....	19
BAB III METODE PENELITIAN		21
3.1	Variabel Penelitian.....	21
3.2	Pengumpulan Data	23
3.3	Pengolahan Data	24
3.4	Analisis Data	26
3.4.1	Uji Statistik	27
BAB IV GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN		29
4.1	Letak dan Luas Daerah Penelitian	29
4.2	Morfologi	29
4.3	Hidrologi.....	30
4.3.1	Hidrologi Permukaan.....	30
4.3.2	Hirogeologi.....	30
4.4	Jenis Batuan.....	31
4.5	Jenis Tanah	31
4.6	Penggunaan Tanah.....	32
4.7	Kondisi Demografi	32
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		35
5.1	Hasil.....	35
5.1.1	Kerapatan Rumah	35
5.1.2	Jenis Batuan.....	36
5.1.3	Jenis Tanah	37
5.1.4	Wilayah Kedalaman Muka Airtanah	38
5.1.4	Wilayah Konsentrasi Fosfat.....	39
5.2	Pembahasan	42
5.2.1	Hubungan Konsentrasi Senyawa Fosfat Dengan Kerapatan Rumah.....	42
5.2.2	Hubungan Konsentrasi Senyawa Fosfat dengan Jarak ke Lahan Pertanian	46

5.2.3 Hubungan Konsentrasi Senyawa Fosfat dengan Jenis Batuan	46
5.2.4 Hubungan Konsentrasi Senyawa Fosfat dengan Jenis Tanah	48
5.2.5 Hubungan Konsentrasi Senyawa Fosfat dengan Kedalaman Muka Airtanah.....	50
BAB VI KESIMPULAN.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

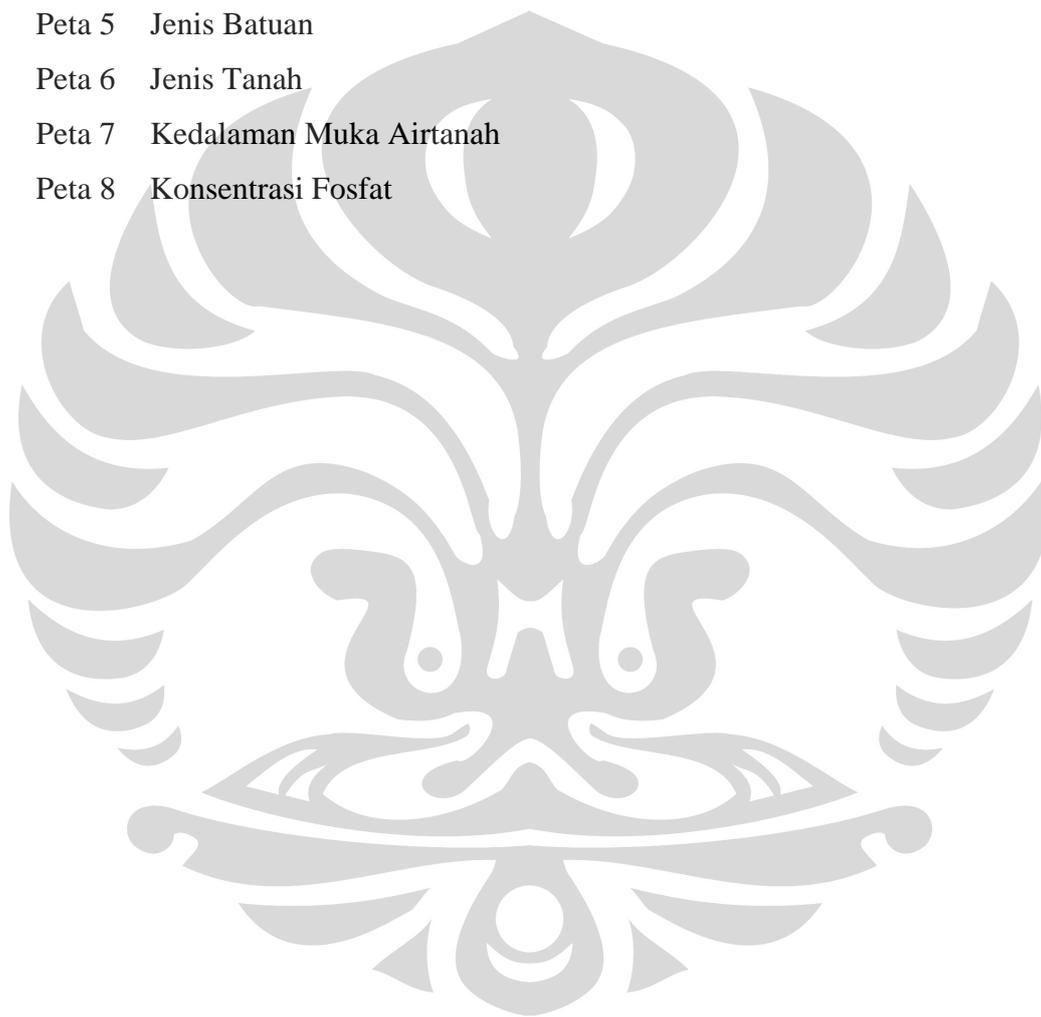
Gambar 1	Model Aliran Airtanah yang Melewati Rekahan atau Butiran	5
Gambar 2	Akifer Bebas dan Akifer Terkekang	8
Gambar 3	Siklus Fosfat pada Perairan Alami.....	14
Gambar 4	Proses Masuknya Senyawa Fosfat ke Airtanah	17
Gambar 5	Siklus Fosfat pada perkotaan	18
Gambar 6	Hasil Interpolasi dengan Metode IDW	20
Gambar 7	Alur Pikir Penelitian	21
Gambar 8	Grafik Nilai Rata-rata Konsentrasi Fosfat di Kecamatan Sawangan	40
Gambar 9	Grafik Nilai Rata-rata Konsentrasi Senyawa Fosfat Pada Setiap Kelas Kerapatan Rumah	43
Gambar 10	Grafik Nilai Rata-rata Konsentrasi Senyawa Fosfat Pada Setiap Jenis Batuan	48
Gambar 11	Grafik Nilai Rata-rata Konsentrasi Senyawa Fosfat Pada Jenis Tanah	50
Gambar 12	Grafik Nilai Rata-rata Konsentrasi Senyawa Fosfat Pada Setiap Kelas Kedalaman Muka Airtanah.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Skala Kekerasan Mohs.....	14
Tabel 4.1	Jenis Penggunaan Tanah Di Kecamatan Sawangan.....	28
Tabel 4.2	Kondisi Sosial Kota Depok Per Kecamatan.....	28
Tabel 4.3	Kondisi Sosial Kota Depok Per Kecamatan.....	29
Tabel 5.1	Luasan Jenis Batuan di Kecamatan Sawangan	36
Tabel 5.2	Luas Jenis Tanah di Kecamatan Sawangan	37
Tabel 5.3	Luas Wilayah Kedalaman Muka Airtanah di Kecamatan Sawangan	38
Tabel 5.4	Konsentrasi Fosfat Di Kecamatan Sawangan	39
Tabel 5.5	Luas wilayah konsentrasi fosfat	41
Tabel 5.6	Konsentrasi Senyawa Fosfat Berdasarkan Wilayah Kerapatan Bangunan.....	45
Tabel 5.7	Nilai Konsentrasi Fosfat Rata-Rata pada Jenis Batuan	47
Tabel 5.8	Konsentrasi Fosfat Berdasarkan Jenis Tanah	48
Tabel 5.9	Nilai Konsentrasi Fosfat Rata-Rata pada Kedalaman Muka Airtanah.....	51

DAFTAR PETA

- Peta 1 Administrasi Daerah Penelitian
- Peta 2 Lokasi Titik Sampel
- Peta 3 Penggunaan Tanah
- Peta 4 Kerapatan Rumah
- Peta 5 Jenis Batuan
- Peta 6 Jenis Tanah
- Peta 7 Kedalaman Muka Airtanah
- Peta 8 Konsentrasi Fosfat



LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lokasi Titik Sampel Sumur Gali
- Lampiran 2 Uji Kolmogorov
- Lampiran 3 Perhitungan Person's Product Moment antara Konsentrasi Senyawa Fosfat (PO_4)⁻³ dengan Jarak ke Lahan Pertanian.
- Lampiran 4 Perhitungan ANOVA antara Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³ dengan Jenis Tanah
- Lampiran 5 Perhitungan ANOVA antara Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³ dengan Jenis Batuan
- Lampiran 6 Perhitungan ANOVA antara Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³
- Lampiran 7 Perhitungan ANOVA antara Kedalaman muka Airtanah dengan Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³
- Lampiran 8 Perhitungan Person's Product Moment antara Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³ Pada Jenis Batuan Kipas Aluvium
- Lampiran 9 Perhitungan Person's Product Moment antara Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³ Pada Jenis Batuan Aluvium
- Lampiran 10 Perhitungan Person's Product Moment antara Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³ Pada Jenis Tanah Latosol Merah
- Lampiran 11 Perhitungan Person's Product Moment antara Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³ Pada Jenis Tanah Aluvium Kelabu
- Lampiran 12 Perhitungan Person's Product Moment antara Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³ Pada Jenis Tanah Asosiasi Regosol Coklat dengan Latosol Coklat
- Lampiran 13 Person's Product Moment antara Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³ Pada Jenis Tanah Asosiasi Latosol Coklat Kemerahan dengan Laterit Airtanah

Lampiran 14 Perhitungan Person's Product Moment antara Kedalaman Muka Airtanah dengan Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³ Pada Jenis Batuan Kipas Aluvium dan Aluvium

Lampiran 15 Perhitungan Person's Product Moment antara Kedalaman Muka Airtanah dengan Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³ Pada Jenis Batuan Gunung Api Muda dan Jenis Tanah Latosol Merah

Lampiran 16 Perhitungan Person's Product Moment antara Kedalaman Muka Airtanah dengan Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³ Pada Jenis Tanah Asosiasi Regosol Coklat dengan Latosol Coklat dan Jenis Tanah Aluvial Kelabu

Lampiran 17 Perhitungan Person's Product Moment antara Kedalaman Muka Airtanah dengan Konsentrasi Fosfat (PO_4)⁻³ Pada Jenis Tanah Asosiasi Latosol Coklat Kemerahan Dengan Laterit Airtanah

Lampiran 18 Jarak Titik Sampel Ke Lahan Pertanian

Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tanggal 14 Desember 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran

Dokumentasi Kegiatan Survey Lapang

BAB I

P E N D A H U L U A N

1.1 Latar Belakang

Airtanah adalah air yang berada di wilayah jenuh di bawah permukaan tanah. Diperkirakan keberadaan air tawar di muka bumi, 97% nya merupakan airtanah. Seiring dengan berkembangnya industri (argo dan non agro industri), serta permukiman disuatu wilayah, maka ketergantungan aktifitas manusia pada airtanah menjadi semakin terasa. Namun, kebutuhan yang semakin meningkat akan airtanah, tidak diiringi dengan cara pengambilannya yang tidak sesuai dengan prinsip-prinsip hidrologi yang baik, sehingga mengakibatkan dampak negatif yang mengacu pada pasokan airtanah dan kualitas airtanah (Asdak, 2004).

Penurunan kualitas air ditentukan berdasarkan parameter fisik, parameter kimia, dan parameter biologi. Parameter kimia menyatakan kandungan unsur/senyawa kimia dalam air, seperti kandungan oksigen, bahan organik (dinyatakan dengan BOD, COD, TOC), mineral atau logam, derajat keasaman, nutrien/hara, kesadahan, termasuk juga fosfat (Masduqi, 2007). Sumber kontaminasi fosfat di perairan berasal dari sisa pemakaian pestisida golongan orthoposfat pada area persawahan (Pemkot Denpasar, 2008). Selain itu, senyawa fosfat juga terdapat dalam komposisi detergen, dimana detergen merupakan salah satu jenis limbah rumah tangga yang sulit untuk diurai. Jika pembuangan limbah detergen tidak dilakukan pengolahan lebih lanjut, melainkan langsung dialirkan ke bak peresapan atau langsung dibuang disekitar sumur yang digunakan, maka air yang mengandung senyawa fosfat dapat dengan mudah masuk ke air sumur (Trisnawulan, dkk. 2007).

Di Indonesia, penelitian mengenai penurunan kualitas airtanah dangkal akibat senyawa fosfat (PO_4)⁻³ telah dilakukan pada kawasan pariwisata Sanur, Bali (Trisnawulan, dkk. 2007). Dalam penelitian tersebut teridentifikasi bahwa kandungan fosfat dalam air sumur galian di kawasan Sanur sebesar 0,945 mg/L – 3,945 mg/L, sehingga kualitas air sumur di kawasan Sanur kurang layak

digunakan sebagai air minum, karena telah melampaui nilai ambang baku mutu air kelas I yang ditetapkan PP RI No.82 tahun 2001. Penelitian lainnya juga telah dilakukan di Daerah Aliran Saluran Inlet Situ di Universitas Indonesia, Depok. Penelitian ini mengkaji keterkaitan antara kualitas air permukaan dengan salah satu indikator kimia, senyawa fosfat, berdasarkan perbedaan kepadatan penduduk. Hasil penelitiannya mengindikasikan, kualitas air menurut baku mutu golongan C pada saluran inlet situ di UI tidak memenuhi standar baku mutu. Hal ini terjadi akibat tingginya kandungan senyawa fosfat rata-rata pada saluran inlet situ UI yaitu, 0.59 mg/l, dimana seharusnya konsentrasi fosfat pada perairan alami sebesar 0,1 mg/l (Prawijiwuri, 2005).

Sejak status Depok berubah menjadi Pemerintah Kota pada tahun 1999, menyebabkan Pemerintah Kota giat melakukan pembangunan dengan landasan UU No.22 Tahun 1999. Kegiatan pembangunan tersebut terlihat dari berubahnya fungsi penggunaan tanah pertanian menjadi daerah terbangun, akibat dari tingginya laju pertumbuhan penduduk pertahunnya, yaitu sekitar 6,7%. (Rahardjo, 2001 dalam Subekti 2007). Perubahan penggunaan tanah tersebut memiliki andil yang cukup besar terhadap pencemaran airtanah, baik dari segi limbah domestik maupun limbah industri, sehingga pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas airtanah disekitarnya (Dwinanto, 2007).

Faktor utama yang mempengaruhi penurunan kualitas air adalah keberadaan sumber pencemar. Fosfat yang terkandung di airtanah sebagai akibat dari pencucian mineral dalam tanah atau proses-proses alam, degradasi produk pembersih (detergen), limbah industri, dan kotoran yang dihasilkan oleh suatu kota (Rail, 2000). Proses masuknya zat pencemar ke dalam airtanah dipengaruhi oleh karakteristik hidrogeologi. Karakteristik hidrogeologi tersebut antara lain; kedalaman muka airtanah, curah hujan, topografi (lereng), litologi (jenis batuan), tekstur tanah, dan konduktifitas hidraulik (Widyastuti, 2006). Kedalaman muka airtanah mempengaruhi kemungkinan masuknya zat pencemar bergerak melalui tanah tak jenuh hingga mencapai airtanah (Guswa dan Lyman, 1984). Jenis batuan akan menentukan tingkat permeabilitas akifer (Sundra, 2006). Permeabilitas merupakan kemampuan suatu batuan untuk meloloskan cairan yang dipengaruhi oleh besarnya rongga-rongga dan hubungan antar rongga-rongga batuan.

Sedangkan tekstur tanah, mempengaruhi filtrasi zat pencemar dari permukaan tanah. Butiran tanah yang kecil akan menekan potensi zat pencemar yang masuk ke airtanah.

Daerah penelitian berada pada Kecamatan Sawangan yang didasarkan pada pertimbangan, kecamatan tersebut masih memanfaatkan air sumur untuk kebutuhan hidup sehari-hari (Anonim, 2008). Sesuai dengan Keppres No.114 Tahun 1999, Kecamatan Sawangan termasuk Kawasan Bopunjur (Bogor-Puncak-Cianjur) yang merupakan kawasan konservasi air dan tanah, dimana fungsi kawasan tersebut menjamin ketersediaan air tanah, air permukaan, dan penanggulangan banjir bagi Kawasan Bopunjur dan daerah hilirnya. Selain itu, Kecamatan Sawangan termasuk kedalam wilayah yang memiliki karakter resapan air dan mempengaruhi sistem akifer Kota Depok (Kadin, 2009). Berdasarkan uji kualitas airtanah yang dilakukan Dinas Kesehatan Kota Depok Tahun 2009, teridentifikasi bahwa airtanah di Kelurahan Pengasinan, Kecamatan Sawangan, memiliki kandungan detergen yang melebihi ambang batas air bersih sebesar 0,531 mg/l, dimana kandungan detergen dalam air bersih normalnya 0,50 mg/l. Kandungan detergen yang berlebih ini merupakan salah satu indikator terdapatnya konsentrasi fosfat di Kecamatan Sawangan.

Berdasarkan pemaparan diatas, penulis ingin mengkaji dan menganalisis pola konsentrasi senyawa fosfat yang terkandung dalam airtanah dangkal di Kecamatan Sawangan, dengan menggunakan variabel kerapatan rumah, jarak ke lahan pertanian, jenis batuan, jenis tanah, dan kedalaman muka airtanah.

1.2 Masalah dan Pertanyaan Penelitian

Ada 81 % penduduk Kota Depok masih menggantungkan kehidupannya pada airtanah dangkal, dimana penggunaan air tersebut salah satunya untuk aktifitas mandi, cuci, kakus (Anonim, 2008). Berdasarkan RTRW Kota Depok Tahun 2000-2010, laju pertumbuhan penduduk di Kecamatan Sawangan diarahkan sebesar 5,29% per tahun, menempati posisi kedua pertumbuhan penduduk tertinggi dari 5 kecamatan lain di Kota Depok (Kadin, 2009). Rencana penyebaran dan kepadatan penduduk ini menyebabkan Kecamatan Sawangan

merupakan kecamatan yang diarahkan pada pengembangan fisik kawasan perumahan di Kota Depok. Hal ini yang mengindikasikan bahwa perubahan penggunaan lahan kearah pemukiman akan mempengaruhi pertumbuhan penduduk yang menyebabkan aktifitas manusia tinggi, dimana produksi limbah rumah tangga juga tinggi, sehingga berdampak pada penurunan kualitas airtanah dangkal di Kecamatan Sawangan. Berdasarkan pemaparan diatas, masalah yang akan dikaji dalam penelitian adalah :

1. Bagaimana pola sebaran konsentrasi senyawa fosfat $(\text{PO}_4)^{-3}$ yang terkandung dalam airtanah dangkal di Kecamatan Sawangan, Kota Depok?
2. Apakah pola sebaran konsentrasi senyawa fosfat $(\text{PO}_4)^{-3}$ yang terbentuk dipengaruhi oleh kerapatan rumah, jarak ke lahan pertanian, jenis batuan, jenis tanah, dan kedalaman muka airtanah ?

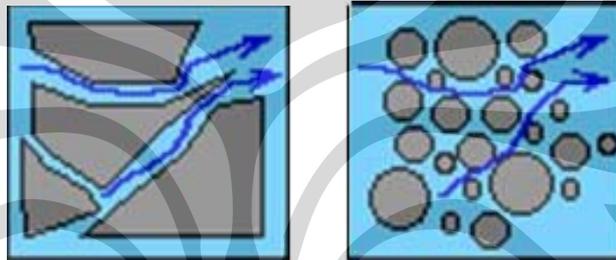
1.3 Batasan Penelitian

1. Daerah penelitian adalah Kecamatan Sawangan, Kota Depok.
2. Airtanah dangkal yang dimaksud dalam penelitian ini adalah airtanah yang terdapat di dalam akuifer (wilayah jenuh air) yang tidak tertutup oleh lapisan kedap air, dan kedalamannya < 30 meter dari permukaan tanah.
3. Sampel airtanah yang diambil dalam penelitian ini adalah airtanah dangkal yang berasal dari sumur gali.
4. Periode pengambilan titik sampel pada tanggal 10 Okt – 17 Nov 2009.
5. Pengambilan sampel airtanah pada penelitian ini dilakukan pada saat cuaca cerah.
6. Konsentrasi Fosfat dalam penelitian ini adalah senyawa fosfat yang dominan berada dalam bentuk $(\text{PO}_4)^{-3}$. Ambang batas senyawa fosfat yang terkandung dalam airtanah pada penelitian ini berdasarkan PP No 82 Tahun 2001 dengan kriteria baku mutu kelas I sebesar 0,2 mg/l.
7. Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah 1 variabel terikat (y) konsentrasi fosfat di airtanah dangkal dan 5 variabel bebas yaitu; kerapatan rumah (x_1), jarak ke lahan pertanian (x_2), jenis batuan (x_3), jenis tanah (x_4), dan kedalaman muka airtanah (x_5)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Airtanah

Airtanah adalah air yang tersimpan, atau terperangkap di dalam lapisan batuan yang mengalami pengisian, atau penambahan secara terus menerus oleh alam (Harmayani dan Konsurkatha, 2007). Secara umum airtanah akan mengalir sangat perlahan melalui suatu celah yang sangat kecil, melalui butiran antar batuan, dan rekahan batuan (Gambar 1).



Gambar 1. Model aliran airtanah yang melewati rekahan dan butir batuan
Sumber : Lubis, 2006

Asal – muasal airtanah juga dipergunakan sebagai konsep dalam menggolongkan airtanah kedalam 4 tipe yang jelas yaitu;

a. Air meteorik

Air ini berasal dari atmosfer dan mencapai mintakan kejenuhan baik secara langsung maupun tidak langsung dengan;

1. Secara langsung oleh infiltrasi pada permukaan tanah
2. Secara tidak langsung oleh perembesan influen (dimana kemiringan muka airtanah menyusup dibawah aras air permukaan kebalikan dari efluen) dari danau, sungai, saluran buatan, dan lautan.
3. Secara langsung dengan cara kondensasi uap air.

b. Air Juvenil

Air ini merupakan air baru yang ditambahkan pada mintakan kejenuhan dari kerak bumi yang dalam. Selanjutnya air ini dibagi lagi menurut sumber spesifiknya kedalam;

1. Air magmatik
2. Air gunung api dan air kosmik (yang dibawa oleh meteor)

c. Air diremajakan

Air yang untuk sementara waktu telah dikeluarkan dari daur hidrologi oleh pelapukan.

d. Air konat

Air yang dijebak pada beberapa batuan sedimen atau gunung pada saat asal mulanya. Air tersebut biasanya sangat termineralisasi dan mempunyai salinitas yang lebih tinggi daripada air laut (Seyhan, 1990).

Proses terbentuknya airtanah, tidak terlepas dari gaya-gaya yang mengakibatkan terjadinya gerakan air di dalam tanah. Berawal dari proses infiltrasi, proses dan mekanisme aliran air yang umumnya berasal dari curah hujan yang masuk ke dalam tanah. Kemudian, ketika air tersebut mencapai tempat yang lebih dalam, maka air tersebut sudah tidak berperan dalam proses evaporasi dan transpirasi akibat semakin dalamnya tanah, jumlah dan ukuran pori-porinya menjadi semakin kecil. Keadaan tersebut yang menyebabkan terbentuknya wilayah jenuh di bawah permukaan tanah, sehingga dikenal sebagai airtanah.

Tinggi muka air tanah bukan suatu permukaan air yang sifatnya statis. Tinggi muka air tanah selalu berfluktuasi naik turun, tergantung pada fluktuasi curah hujan. Selama musim hujan, mata air akan keluar akibat muka airtanah naik, kemudian bersinggungan dengan permukaan tanah dan sebagian airtanah tersebut mengisi sungai di sekitarnya. Sungai tipe *effluent* merupakan sungai yang mendapatkan pasokan air yang berasal dari airtanah. Sedangkan, tipe sungai yang memberikan rembersan air ke akifer disebut tipe *influent*. Pada tipe ini, kadar pencemaran sungai mempuyai arti penting, karena pencemaran yang terjadi di sungai dapat merembes dan menyebabkan terjadinya pencemaran airtanah (Asdak, 2004).

2.2 Karakteristik Hidrogeologi

2.2.1 Akuifer

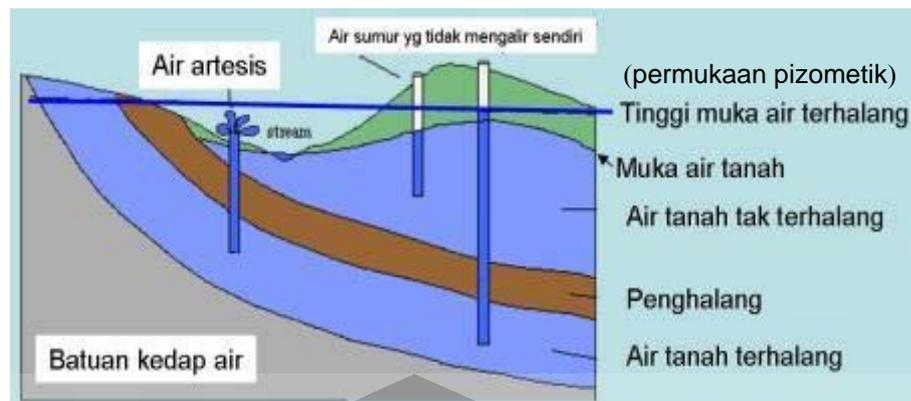
Batuan yang berfungsi sebagai kantong air, mampu menyimpan, dan mengalirkan airtanah disebut akuifer (*aquifer*). Akuifer merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi dalam proses terbentuknya air tanah. Akuifer dibedakan menjadi ;

a. Akuifer bebas (*Unconfined aquifer*)

Akuifer bebas terbentuk ketika tinggi muka air tanah (*water table*) menjadi batas atas zona jenuh. Airtanah bebas (*water table*) memiliki karakter berfluktuasi terhadap iklim sekitar, mudah tercemar, dan cenderung memiliki kesamaan karakter kimia dengan air hujan. Kemudahannya untuk didapatkan membuat kecenderungan disebut sebagai airtanah dangkal. Tinggi muka air tanah tergantung pada jumlah dan kecepatan air (hujan) yang masuk ke dalam tanah, pengambilan airtanah, dan permeabilitas tanah (Asdak, 2004). Dalam kehidupan sehari-hari, pola pemanfaatan airtanah bebas sering kita lihat dalam penggunaan sumur gali oleh penduduk. (Lubis, 2006).

b. Akuifer terkekang (*Confined aquifer*)

Akuifer terkekang disebut juga sebagai artesis, terbentuk ketika airtanah dalam dibatasi oleh lapisan kedap air sehingga tekanan di bawah lapisan kedap air tersebut lebih besar dari pada tekanan di atmosfer (Asdak, 2004). Bentuk pemanfaatan akuifer terkekang biasanya pada sumur bor yang sebelumnya telah menembus lapisan penutupnya (Lubis, 2006).



Gambar 2. Akuifer bebas dan akuifer terkekang
Sumber : Lubis, 2006

Gambar 2 menunjukkan bahwa sumur sampai kedalaman airtanah terhalang (akuifer terkekang), maka tinggi permukaan airtanah akan naik melebihi lapisan kedap air yang membatasi kedua akuifer tersebut. Apabila mulut sumur berada di bawah permukaan air terhalang (permukaan pizometrik), yaitu permukaan abstrak yang memiliki tingkat tekanan hidrostatik sama dengan tekanan hidrostatik di dalam akuifer dan merupakan perpanjangan dari tinggi muka airtanah terkekang, maka airtanah akan keluar dari tinggi muka airtanah tersebut. Sedangkan, bila mulut sumur terletak di atas permukaan pizometrik, maka air tidak akan keluar dari mulut sumur melainkan berada pada ketinggian permukaan pizometrik.

Dalam menentukan kesesuaian formasi geologi untuk tujuan pengisian airtanah, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan. Untuk studi kelayakan atau penelitian yang menekankan pentingnya proses dan mekanisme pengisian air tanah, karakteristik formasi geologi atau akuifer yang relevan untuk dipelajari adalah;

- 1) Tipe formasi batuan, karena jenis batuan akan menentukan tingkat permeabilitas akuifer.
- 2) Kondisi tekanan hidrolik dalam tanah, yakni untuk menentukan apakah airtanah berada di zona bebas atau zona terkekang.
- 3) Kedalaman permukaan potensiometrik di bawah permukaan tanah, terutama disekitar daerah pelepasan atau pengambilan air.

2.2.2 Kedalaman Muka Airtanah

Kedalaman muka airtanah adalah kedalaman untuk mencapai muka airtanah yang dihitung antara permukaan airtanah dengan permukaan tanah. Muka airtanah dijadikan acuan untuk melihat pengaruh pencemaran, karena semakin dangkal kedalaman untuk mencapai muka airtanah, maka semakin rentan terhadap pencemaran. Data kedalaman muka airtanah didapatkan dari hasil survei lapangan yang berasal dari sumur gali yang diukur dari atas permukaan tanah hingga mencapai muka air sumur.

2.3 Metode Pengambilan Sampel Airtanah

Berdasarkan SNI 6968.58:2008 tentang metode pengambilan contoh airtanah, peralatan dan langkah-langkah pengambilan sampel airtanah, yaitu;

2.3.1 Peralatan

Alat-alat yang digunakan untuk mengambil sampel airtanah seperti;

- a. Botol gelas dan stainless steel
- b. Peta Kerja
- c. Meteran (ketelitian 1 cm dan panjang maksimal 50 m)
- d. Global Positioning System (GPS)
- e. Alat tulis
- f. Tabel Isian Survei Lapang

2.3.2 Titik Pengambilan Sampel Airtanah

Titik pengambilan contoh ditentukan berdasarkan pada tujuan pemeriksaan. Titik pengambilan contoh airtanah harus memperhatikan pola arah aliran airtanah, dapat berasal dari airtanah bebas (tak tertekan/ dangkal) dan airtanah tertekan (airtanah dalam). Kriteria pengambilan sampel airtanah dangkal yang berasal dari sumur gali penduduk dengan penjelasan sebagai berikut:

Disebelah hulu dan hilir sesuai dengan arah aliran airtanah dari lokasi yang akan dipantau;

- a. Di sebelah hulu dan hilir sesuai dengan arah aliran airtanah dari lokasi yang dipantau;
- b. Tempat-tempat yang dianggap perlu tergantung tujuan pemeriksaan.

2.3.3 Cara Pengukuran Sampel di Lapangan

- a. Melakukan penentuan koordinat dan elevasi dengan GPS, dan mencatat hasil pengukuran pada tabel isian survey;
- b. Melakukan pengukuran tinggi sumur dan kedalaman muka airtanah pada sumur, dan mencatat hasil pengukuran pada tabel isian survey;
- c. Melakukan pencatatan jenis sumur, konstruksi sumur, tahun pembuatan, pemilik sumur, lokasi sumur, dll.

2.3.4 Langkah-langkah Pengambilan Sampel Sumur Gali

- a. Turunkan alat pengambil sampel sumur gali ke dalam sumur hingga kedalaman tertentu;
- b. Angkal alat yang telah berisi sampel airtanah tersebut;
- c. Pindahkan sampel airtanah ke dalam wadah.

2.4 Peranan Airtanah

Air merupakan komponen dalam tanah yang dapat menguntungkan dan kadangkala merugikan (Hanafiah, 2004) Secara garis besar peran airtanah yang menguntungkan meliputi;

- a. Sebagai pelarut dan pembawa ion-ion hara dari rhizosfer ke dalam akar kemudian ke daun.
- b. Sebagai sarana transportasi dan pendistribusian nutrisi jadi dari daun ke seluruh bagian tanaman.
- c. Sebagai komponen kunci dalam fotosintesis, asimilasi, sintesis, maupun respirasi tanaman.

- d. Sebagai agen pemicu pelapukan batuan induk, perkembangan tanah dan diferensiasi horizon.
- e. Sebagai peralut dan pemicu reaksi kimiawi penyediaan unsure hara tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman
- f. Sebagai penopang aktifitas mikroba dalam merombak unsur hara tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman.
- g. Sebagai pembawa oksigen terlarut ke dalam tanah
- h. Sebagai stabilisator temperatur tanah
- i. Mempermudah pengolahan tanah
- j. Di persawahan, genangan air akan menghambat pertumbuhan gulma dan sebagai sarana pemupukan lewat air irigasi.
- k. Sebagai pelarut pupuk pestisida

2.5 Kualitas Airtanah

Airtanah berasal dari akuifer yang airnya pernah berhubungan dengan atmosfer, mungkin beberapa jam yang lalu atau mungkin beberapa abad yang lalu. Kualitas airtanah adalah besar kecilnya kandungan kation dan anion dalam airtanah, serta banyaknya zat-zat yang terlarut didalamnya. Karakteristik kualitas airtanah dipengaruhi oleh gerakan ke bawah dari air pada daerah penaisiannya (per-lokasi) dan gerakan lateral melalui akuifernya (aliran di bawah).

Rembesan air melalui permukaan tanah didaerah pengisian, umumnya menghasilkan penjernihan yang berarti. Namun, efektifitas dari proses penjernihan merupakan satu fungsi kedalaman tanah di atas muka airtanah, jenis tanah dan konsentrasi pencemarannya dalam air rembesan. Pada muka airtanah yang dangkal serta tanahnya porous, gas-gas yang terurai, nitrat, sulfat, gabungan organik yang dapat terurai, dan garam terurai dapat masuk ke sistem airtanah. Bila lokasi-lokasi tanah pembuangan untuk limbah padat tidak dipilih dengan bijaksana, maka bahan kimia dan gas-gas hasil pembusukan dengan konsentrasi tinggikanan terlepas masuk melalui tanah ke dalam zona freatik (zona airtanah terhalang).

Pada daerah-daerah dimana muka airtanah relatif dalam/ tanahnya kurang berongga, maka proses penjernihan menjadi lebih baik dan pengisian akuifernya mungkin dapat terhindar dari bahan-bahan organik. Tanpa memandang dalamnya muka airtanah dan jenis tanah, kadar garam dari air yang merembas ternyata tinggi khususnya pada daerah-daerah di bawah tanah irigasi sistem septiktank, dan kolam-kolam penampungan air limbah industri yang tidak sempurna. Pada saat airtanah bergerak melalui akuifer, singgungannya dengan batuan-batuan yang dapat cuci, dapat menimbulkan penambahan mineral-mineral (Linsley, 1986).

2.6 Pencemaran Airtanah

Pencemaran adalah suatu penyimpangan dari keadaan normalnya. Jadi pencemaran air tanah adalah suatu keadaan air tersebut telah mengalami penyimpangan dari keadaan normalnya. Keadaan normal air masih tergantung pada faktor penentu, yaitu kegunaan air itu sendiri dan asal sumber air (Wardhana, 1995 dalam Harmayani dan Konsurkatha, 2007).

Bilamana airtanah mulai terkontaminasi biasanya sulit diencerkan karena pergerakan airtanah yang sangat lambat. Jumlah kandungan oksigen yang sedikit dan minimnya komposisi bakteri pengurai, menyebabkan pembersihan airtanah secara alamiah memerlukan waktu yang lama (periode ratusan tahun). Lambatnya limbah yang terdegradasi maupun nondegradasi akan menyebabkan kontaminasi airtanah menjadi permanen. Karena airtanah mengalir sangat lambat, kontaminasi yang ditemukan hari ini dalam air sumur, mungkin merupakan akibat pencemaran yang terjadi beberapa tahun yang lalu. Disamping kontaminasi kemudian hari, sebagai akibat pencemaran yang terjadi beberapa tahun yang lalu (Darmono, 2006).

2.6.1 Sumber Kontaminan Airtanah

Office of Tecnology Assesment, USA (OTA) membagi sumber kontaminan air tanah dalam 6 (enam) kategori, yaitu;

1. Sumber yg berasal dari tempat kegiatan yang dirancang untuk membuang dan mengalirkan (*discharge*) zat atau substansi. Contoh; tangki septik dan kakus
2. Sumber yang berasal dari tempat kegiatan yang dirancang untuk mengolah atau membuang (*dispose*) zat atau substansi. Contohnya; tempat pembuangan limbah pertambangan dan tempat penyimpanan atau pembuangan limbah berbahaya dan material radiaktif
3. Sumber yang berasal dari tempat kegiatan transportasi zat atau substansi. Contohnya; saluran riul (*sewer*) dan jaringan pipa gas atau minyak
4. Sumber yang berasal dari konsekuensi kegiatan yang terencana. Contohnya; air irigasi yang berlebih dan mengandung pupuk dan perternakan
5. Sumber yang berasal dari tempat kegiatan yang menyebabkan adanya jalan masuk bagi air terkontaminasi masuk kedalam akuifer. Contohnya; sumur bor atau eksplorasi minyak, gas dan panas bumi dan sumur gali yang tidak terpakai
6. Sumber yang berasal dari tempat kegiatan yang alamiah, tetapi pengaliran atau penyebarannya disebabkan oleh manusia. Contohnya : Hujan asam

2.7 Penggunaan Tanah

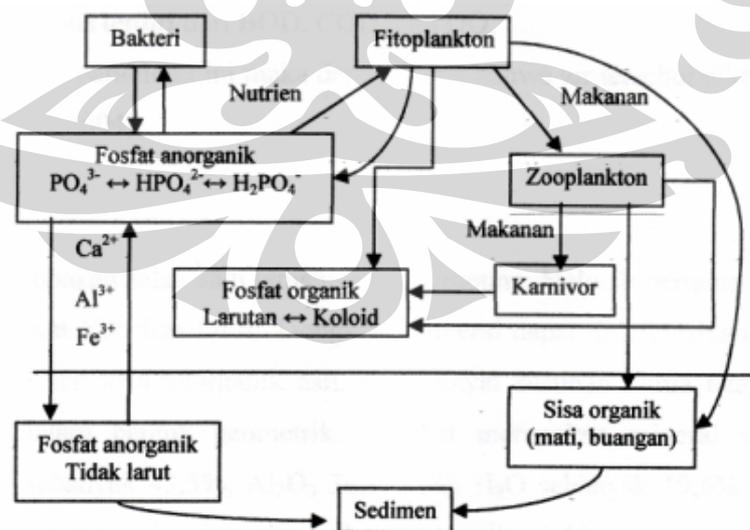
Penggunaan tanah merupakan pencerminan kegiatan manusia yang dilakukan diatas lahan dalam usaha memenuhi kebutuhan hidupnya. Penggunaan tanah merupakan sumber pencemar yang bersifat dinamis, yang merupakan representasi aktifitas manusia. Penggunaan lahan merupakan hasil kegiatan manusia yang dipengaruhi oleh kegiatan alam (fisik lingkungan) serta kegiatan sosial ekonomi dan budaya masyarakat di suatu wilayah. Menurut Suratmo (dalam Hamid, 1998), dampak suatu kegiatan terhadap lahan dibagi menjadi tiga kelompok besar yaitu;

- a. Dampak fisika-kimia sebagai akibat dari perubahan lahan, antara lain dampak terhadap tanah dan tata guna tanah, dampak terhadap vegetasi, dampak terhadap iklim makro, dampak terhadap tata air (hidrologi), dampak terhadap pencemaran (akumulasi limbah) dan dampak terhadap kesehatan lingkungan.

- b. Dampak biologis terutama terhadap tipe komunitas biologis, khususnya vegetasi dan keanekaragaman vegetasi.
- c. Dampak terhadap sosial ekonomi, meliputi pola dan ciri permukiman penduduk, pola lapangan kerja, hubungan/ interaksi sosial dan pola pemanfaatan sumberdaya yang ada.

2.8 Fosfat

Fosfor di alam umumnya dijumpai dalam bentuk senyawa fosfat, yang merupakan gabungan atom fosfor dengan empat atom oksigen $(PO_4)^{-3}$. Fosfat adalah salah satu bahan pencemar diperairan. Senyawa ini merupakan salah satu kunci yang esensial untuk pertumbuhan ganggang dalam air. Pertumbuhan ganggang yang berlebih akan menjadi penyebab penurunan kualitas air (Rompas, 1998). Fosfat dalam air terdapat baik sebagai bahan padat maupun bentuk terlarut. Fosfat terlarut merupakan sumber nutrisi bagi fitoplankton dan bakteri untuk berkembang biak. Di dalam airtanah keberadaan senyawa fosfat menentukan tingkat kekeruhan air, karena sifatnya yang mudah bereaksi dengan ion besi dan kalsium pada kondisi aerob, sehingga mengendap menjadi sedimen. Siklus fosfat di perairan dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3. Siklus Fosfat Pada Perairan Alami
Sumber : Rompas, 1998

Menurut Morse (dalam Saefumillah,2003), persentase sumber konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah dangkal adalah sebagai berikut;

1. 10% berasal dari proses alamiah di lingkungan air itu sendiri (pencucian mineral fosfat).

Fosfat merupakan salah satu unsur kimia yang umum dijumpai pada kerak benua, namun keberadaannya sangat kecil, hanya sekitar 0,1 % (Sapiie, 2006). Mineral fosfat termasuk salah satu mineral penting pembentuk batuan. Mineral fosfat disebut apatit dengan rumus kimia $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH},\text{F},\text{Cl})$, Calcium (Fluoro, Chloro, Hydroxyl) Phosphate. Apatit adalah keluarga fosfat yang mengandung kalsium, besi, klorin, dan beberapa elemen lain dalam berbagai kuantitas.

Mineral apatit tidak mudah mengalami pencucian. Berdasarkan skala kekerasan mineral oleh Mohs, mineral apatit menempati posisi ke 5 dari 10 kekerasan mineral (lihat Tabel 2.1). Karena sifat mineral apatit ini, fosfat di dalam tanah tidak bisa langsung dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai sumber kehidupan. Sehingga, mineral apatit digunakan sebagai bahan utama pembuatan pupuk super fosfat agar dapat diserap tumbuhan.

Tabel 2.1 Skala Kekerasan Mohs

MINERAL	KEKERASAN
Talc	1
Gypsum	2
Kalsit	3
Flourit	4
Apatit	5
K-Feldspar	6
Kuarsa	7
Topas	8
Korundum	9
Intan	10

Sumber : Sapiie, 2006

2. 7% dari industri

Jenis fosfat yang terkandung dalam limbah industri adalah polifosfat. Polifosfat sering ditambahkan ke air untuk mencegah oksidasi. Jika limbah tersebut dilepaskan ke badan air, maka akan diubah menjadi orthofosfat.

3. 11% dari detergen

Senyawa yang digunakan sebagai bahan penunjang dalam detergen adalah Natrium Tri Fosfat. Natrium Tri Fosfat digunakan untuk mengikat ion-ion kalsium/ magnesium dari air sadah sehingga tidak mengendapkan detergen.

4. 17% dari pupuk pertanian

Pupuk biasanya mengandung fosfat yang berasal dari orthofosfat. Ketika terlalu banyak fosfat yang digunakan, fosfat akan tetap terlarut dalam air.

5. 23% dari limbah manusia

Fosfat sangat dibutuhkan pada proses metabolisme, sehingga fosfat selalu ada dalam kotoran manusia.

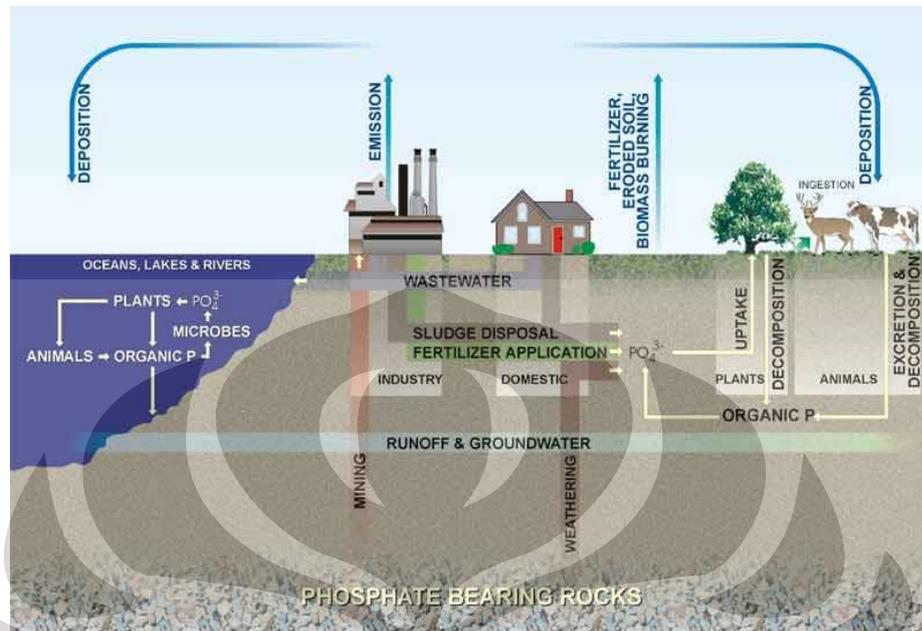
6. 32% dari limbah peternakan

Fosfat sangat dibutuhkan pada proses metabolisme, sehingga fosfat selalu ada dalam kotoran ternak.

Limbah industri, limbah pertanian, dan limbah rumah tangga (manusia dan detergen) termasuk sumber konsentrasi senyawa fosfat anorganik dalam tanah. Fosfat anorganik adalah fosfat yang tidak berkaitan dengan material organik contohnya orthofosfat dan polifosfat. Orthofosfat merupakan fosfat anorganik yang paling stabil dan berasal dari bahan pupuk yang masuk ke dalam sungai dan airtanah melalui aliran air hujan. Polifosfat dapat memasuki sungai melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan detergen yang mengandung fosfat.

Sedangkan limbah proses alamiah (pencucian mineral fosfat) dan limbah peternakan, merupakan sumber konsentrasi senyawa fosfat organik dalam airtanah. Fosfat organik adalah fosfat yang berkaitan dengan jaringan tumbuhan atau hewan yang terbentuk melalui proses biologi dan masuk ke saluran pembuangan (Rompas, 1998). Proses biologi yang dimaksud adalah proses

asimilasi menjadi bahan organik melalui fotosintesis dengan bantuan bakteri untuk pembusukan (Linsley, 1986).



Gambar 4. Proses Masuknya Fosfat ke Airtanah

Sumber : <http://bioweb.wku.edu/faculty/ameier/phocycle.gif>

Pada Gambar 4 diperlihatkan proses masuknya senyawa fosfat ke airtanah. Sumber konsentrasi fosfat dalam airtanah (lihat Gambar 4), berasal dari senyawa fosfat organik dan fosfat anorganik dalam tanah, dengan proses seperti dibawah ini;

a. Fosfat Organik

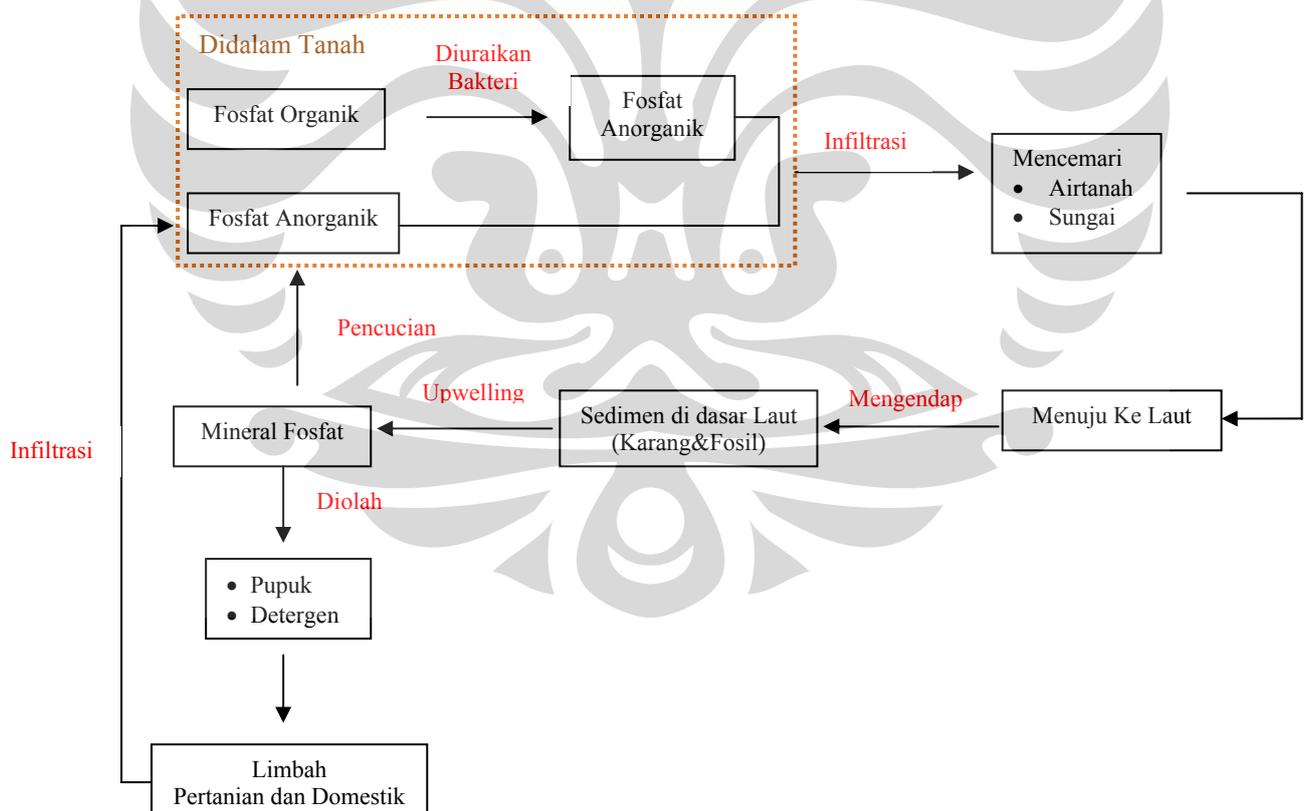
Limbah kotoran hewan dan pencucian mineral fosfat masuk kedalam tanah melalui proses infiltrasi yang berasal dari pencucuan permukaan tanah. Di dalam tanah, fosfat organik tersebut kemudian diuraikan oleh bakteri pengurai menjadi senyawa fosfat anorganik. Karena adanya proses infiltrasi, Sehingga senyawa konsentrasi fosfat dapat masuk ke airtanah. Senyawa fosfat dapat mencemari sungai melalu sungai tipe *effluent*, dimana sungai ini merupakan sungai yang mendapat pasokan yang air yang berasal dari airtanah. Fosfat anorganik yang terlarut dalam sungai akan menuju laut dan mengendap di dasar laut sebagai sedimen. Oleh karena itu, fosfat banyak terdapat di batu karang dan fosil. Fosfat dari mineral dan fosil terkikis dan

membentuk fosfat anorganik terlarut di air tanah dan laut. Fosfat anorganik ini kemudian akan diserap oleh akar tumbuhan lagi.

b. Fosfat Anorganik

Limbah domestik, limbah industri, dan limbah pertanian yang telah berbentuk senyawa fosfat (PO_4)⁻³ masuk kedalam tanah sehingga dapat mencemari airtanah. Fosfat anorganik yang terlarut dalam air tanah atau air laut akan terkikis dan mengendap di sedimen laut. Oleh karena itu, fosfat banyak terdapat di batu karang dan fosil. Fosfat dari batu dan fosil terkikis dan membentuk fosfat anorganik terlarut di air tanah dan laut. Fosfat anorganik ini kemudian akan diserap oleh akar tumbuhan lagi

Dari penjelasan diatas, siklus fosfat di airtanah dalam perkotaan dapat diperlihatkan seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Siklus Fosfat pada Perkotaan

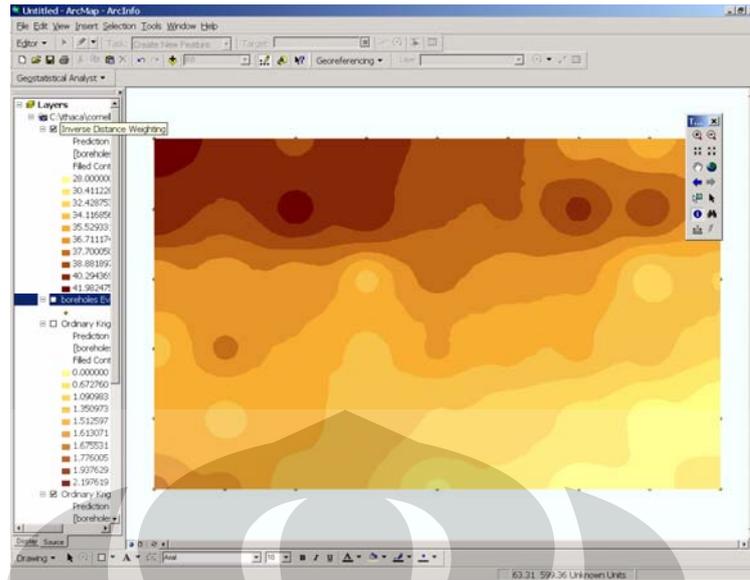
2.8.1 Pengaruh Konsentrasi Senyawa Fosfat pada Airtanah

Fosfat merupakan salah satu nutrient penting untuk pertumbuhan semua makhluk hidup termasuk bakteri (Spark, 2002). Keberadaan fosfat di airtanah merupakan habitat yang cocok untuk bakteri yang hidup di airtanah, sehingga berdampak pada penurunan kualitas airtanah. Menurut Badan Kesehatan Masyarakat Amerika Serikat, kandungan fosfat sebanyak 5 mg/l telah dianggap beresiko untuk manusia. Pada konsentrasi yang tinggi, senyawa fosfat dianggap memiliki efek yang tidak baik terhadap perut manusia. Karena penambahan jumlah fosfat di dalam air limbah dan pupuk pertanian, sehingga penting untuk mengontrol kandungan fosfat pada air tanah (Herbert, 1968).

2.9 Metode IDW (*Inverse Distance Weighted*)

Proses perapatan spasial dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode interpolasi IDW (*Inverse Distance Weighted*). Metode IDW merupakan metode interpolasi yang nilai bobotnya berbanding terbalik dengan jarak. Metoda IDW mengasumsikan bahwa setiap titik input mempunyai pengaruh yang bersifat lokal yang berkurang terhadap jarak. Metoda ini memberi bobot lebih tinggi pada sel yang terdekat dengan data titik dibandingkan sel yang lebih jauh. Titik-titik pada radius tertentu dapat digunakan dalam menentukan nilai luaran untuk tiap

Kelebihan dari metode IDW ini adalah metodenya telah terkenal luas, mudah, dan dapat digunakan pada sampel yang sedikit. Namun, hasil interpolasinya kurang halus, tidak menghasilkan standar error, dan menyebabkan timbulnya efek “mata sapi”. Pada Gambar 6 diperlihatkan hasil pengolahan interpolasi titik dengan menggunakan metode IDW.

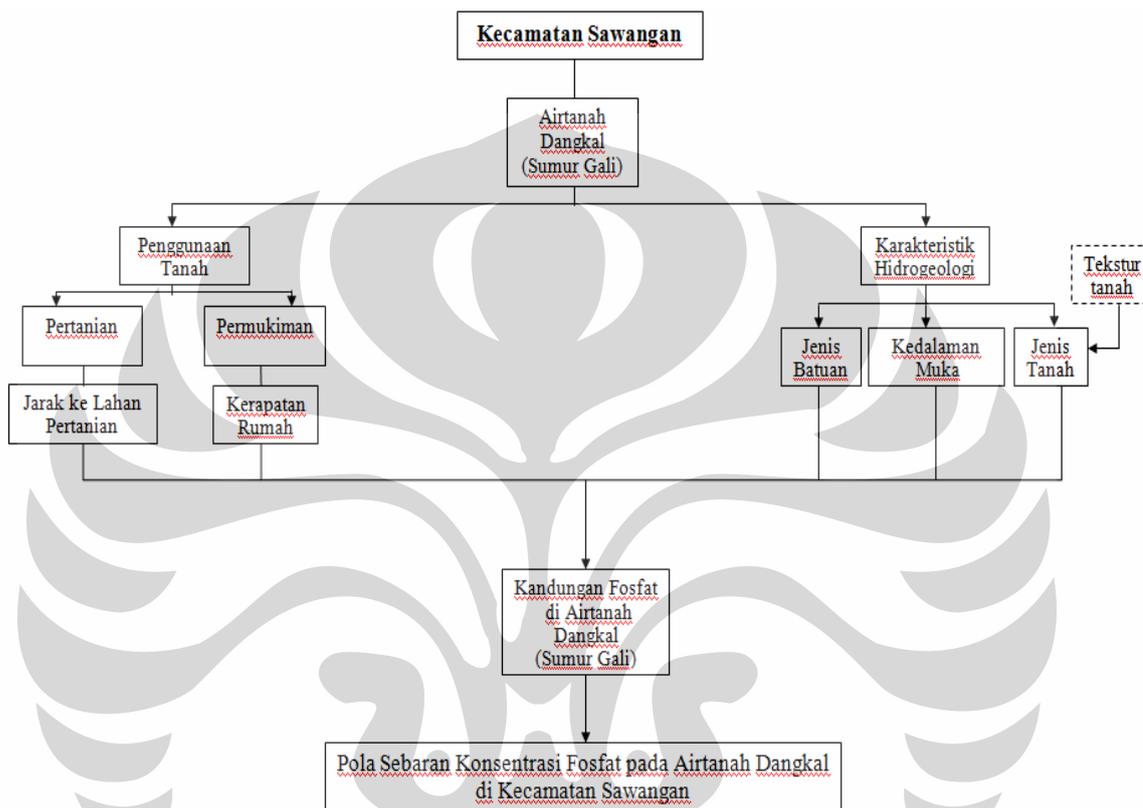


Gambar 6. Hasil Interpolasi dengan Metode IDW
Sumber : Pengolahan Data 2009



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian



Gambar 7. Alur Pikir Penelitian

Gambar 7 memperlihatkan bahwa konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah dangkal di Kecamatan Sawangan dipengaruhi oleh penggunaan tanah sebagai sumber pencemar potensial yang bersifat dinamis dan karakteristik hidrogeologi sebagai kondisi fisik wilayah yang mempercepat keberadaan konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah. Penggunaan tanah dalam penelitian ini, dikhususkan pada penggunaan tanah permukiman dan pertanian, karena sampel airtanah dangkal berasal dari sumur gali penduduk. Keberadaan konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah dangkal salah satunya dipengaruhi oleh sumber pencemar senyawa fosfat yang berasal dari limbah rumah tangga dan limbah pupuk dari pertanian. Sehingga kerapatan rumah dan jarak ke lahan pertanian, diperlukan untuk mengetahui

hubungan limbah rumah tangga dan limbah pertanian dengan keberadaan konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah dangkal.

Kondisi hidrogeologi dalam penelitian ini terdiri dari, jenis batuan, jenis tanah, dan kedalaman muka airtanah. Jenis batuan diperlukan untuk mengetahui kemampuan batuan untuk menyimpan (porositas) dan meloloskan (permeabilitas) airtanah. Jenis tanah diperlukan untuk melihat tekstur tanah yang mempengaruhi filtrasi konsentrasi senyawa fosfat dari permukaan tanah. Sedangkan kedalaman muka airtanah berpengaruh terhadap jarak sumber pencemar fosfat untuk sampai ke airtanah. Semakin dekat muka airtanah ke permukaan tanah, maka semakin cepat sumber pencemar untuk sampai ke muka airtanah. Berdasarkan pemaparan Gambar 3.1, variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah;

1. Kerapatan rumah

Kerapatan rumah pada penelitian ini adalah jumlah rumah (unit) dibagi dengan luasan permukiman (ha).

2. Jarak ke lahan pertanian

Jarak ke lahan pertanian pada penelitian ini adalah jarak terdekat antara titik sampel ke lahan pertanian (m).

3. Jenis batuan

Jenis batuan dalam penelitian ini terdiri dari aluvium, kipas alluvium, dan batuan gunung api muda.

4. Jenis tanah

Jenis tanah dalam penelitian ini terdiri dari aluvial kelabu, asosiasi latosol coklat kemerahan dengan laterit airtanah, asosiasi regosol coklat dengan latosol coklat, dan latosol merah.

5. Kedalaman muka airtanah

Kedalaman muka airtanah pada penelitian ini adalah jarak antara permukaan tanah dengan muka airtanah yang diukur dari sumur gali penduduk.

6. Konsentrasi senyawa fosfat (PO_4)⁻³

Konsentrasi senyawa fosfat dalam penelitian ini merupakan Konsentrasi senyawa fosfat yang terkandung dalam sampel airtanah yang didapatkan dari hasil uji laboratorium.

3.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapatkan dari hasil pengukuran survey lapang. Data-data yang didapat melalui survey lapang seperti, konsentrasi senyawa fosfat (PO_4)⁻³ dan kedalaman muka airtanah. Sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari beberapa instansi pemerintah, seperti Dinas Kesehatan Kota Depok, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kota Depok, Balai Penelitian Tanah (BPT), dan Bakosurtanal (Badan Koordinasi Survey Pemetaan Nasional). Data sekunder dalam penelitian ini adalah kerapatan rumah, jenis batuan, dan jenis tanah.

- a. Kerapatan rumah didapatkan dari digitasi luasan permukiman dan digitasi titik untuk masing-masing rumah pada penggunaan tanah Kecamatan Sawangan yang diperoleh dari hasil interpretasi Citra Ikonos Kota Depok keluaran BAPPEDA skala 1 : 10.000 tahun 2007
- b. Jarak ke lahan pertanian didapatkan dari pengukuran jarak rata-rata antara titik sampel dengan lahan pertanian terdekat menggunakan *icon ruler* dengan ketelitian 1 meter pada *software Arcview 3.3*
- c. Data luasan jenis batuan yang diperoleh dari Peta Geologi lembar 1209-4 Jakarta dan 1209-1 Bogor skala 1 : 100.000 keluaran Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G) Bandung Tahun 1992-1993.
- d. Data luasan jenis tanah beserta karakteristiknya (tekstur dan drainase) yang diperoleh dari peta tanah Kabupaten Bogor skala 1 : 100.000 keluaran Balai Penelitian Tanah tahun 1990.
- e. Kedalaman muka airtanah didapatkan dari pengukuran langsung dilapangan pada setiap lokasi titik sampel. Pengukuran jarak antara permukaan tanah hingga mencapai muka airtanah menggunakan alat ukur meteran dengan ketelitian 1 centimeter.
- f. Nilai konsentrasi fosfat pada airtanah dangkal diperoleh melalui pengambilan sampel di lapangan yang berasal dari sumur gali penduduk sebanyak 160 titik. Kemudian untuk mengetahui kandungan konsentrasi fosfatnya, dilakukan uji laboratorium dengan menggunakan alat tipe C 206

Multiparameter Ion Specific Meter for Environmental Testing keluaran *Hanna Instrument* yang bekerja menggunakan gelombang cahaya dengan akurasi pengukuran 0,01 mg/l. Alat ini menggunakan *Ascorbic Acid Method*, dimana reaksi antara fosfat dengan *reagent* akan menimbulkan warna biru tinta pada sampel air. Semakin pekat warna biru tinta pada sampel airtanah, semakin tinggi konsentrasi senyawa fosfat yang terkandung.

- g. Penentuan lokasi titik sampel di Kecamatan Sawangan, Kota Depok, diperoleh dengan teknik pengambilan *stratified random sampling*. Banyaknya titik sampel (n) ditentukan berdasarkan tabel populasi-sampel yaitu 10% dari jumlah keseluruhan grid (N) yang digunakan (Irawan, 2006). Grid bantu yang digunakan untuk menentukan lokasi sampel berukuran 250 x 250 meter, dengan total keseluruhan grid di Kecamatan Sawangan sebanyak 832 buah, sehingga jumlah sampel minimal yang diambil adalah 83 buah.
- h. Administrasi Kecamatan Sawangan, yang diperoleh dari peta rupabumi Kota Depok skala 1 : 10.000 keluaran Bakosurtanal Tahun 2000.

3.3 Pengolahan Data

Seluruh data yang diperoleh dalam penelitian ini, baik data tabular maupun spasial, dibuat dan diolah dengan sistem database berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan menggunakan *software Arcview 3.3* dan *ArcGIS 9.2*. Peta dasar yang digunakan tahap pengolahan data yang berasal dari data primer dan data sekunder menghasilkan :

- a. Peta sebaran titik sampel
Diperoleh dengan menginput jumlah sebaran titik sampel sebanyak 160 titik, hasil survey lapang, dari GPS (*Global Positioning System*) yang ditampilkan dengan administrasi dan jaringan jalan di Kecamatan Sawangan.
- b. Peta kerapatan rumah
Diperoleh dengan menginterpretasikan citra ikonos tahun 2007 dengan cara digitasi luasan permukiman dan digitasi titik untuk masing-masing rumah, sehingga didapatkan jumlah unit rumah dan luasan permukiman. Dari hasil

interpretasi ini, bisa didapatkan data kerapatan rumah yang didapat dengan rumus;

$$\text{Kerapa tan rumah} = \frac{\text{Jumlah Rumah}}{\text{Luasan permukiman (ha)}}$$

c. Peta Jenis Batuan

Diperoleh dari peta digital jenis batuan Kota Depok tahun 1992-1993 dengan skala 1 : 100.000 keluaran Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G). Jenis batuan di daerah penelitian terdiri dari;

- 1) Aluvium
- 2) Kipas Aluvium
- 3) Batuan Gunung Api Muda

d. Peta Jenis Tanah

Diperoleh dari peta digital jenis tanah Kota Depok tahun 1990 dengan skala 1 : 100.000 keluaran Balai Penelitian Tanah. Jenis tanah di daerah penelitian terdiri dari;

- 1) Aluvium Kelabu
- 2) Latosol Merah
- 3) Asosiasi Regosol Coklat dengan Latosol Coklat
- 4) Asosiasi Latosol Coklat Kemerahan dengan Laterit Airtanah

e. Peta Inteepolasi Kedalaman Muka Airtanah

Diperoleh dengan menginput hasil pengukuran kedalaman antara permukaan tanah dengan muka airtanah. Menggunakan *Extention Spatial Analys* dengan metode IDW (*Inverse Distance Weighted*) pada menu *interpolated grid*. Menghasilkan wilayah kedalaman muka airtanah yang terdiri dari;

- 1) Wilayah Kedalaman Muka Airtanah < 8 meter
- 2) Wilayah Kedalaman Muka Airtanah 8 - 10 meter
- 3) Wilayah Kedalaman Muka Airtanah > 10 meter

f. Peta Interpolasi Konsentrasi Senyawa Fosfat

Menginput hasil uji sampel di laboratorium ke *software Arcview 3.3* lalu menggunakan *Extention Spatial Analys* dengan metode IDW (*Inverse Distance Weighted*) pada menu *interpolated grid*. Kemudian data tersebut dikelompokkan meenjadi 4 kelas yaitu;

- 1) Wilayah Konsentrasi Senyawa Fosfat 0 – 0.05 mg/l
 - 2) Wilayah Konsentrasi Senyawa Fosfat 0.05 – 0.1 mg/l
 - 3) Wilayah Konsentrasi Senyawa Fosfat 0.1 – 0.2 mg/l
 - 4) Wilayah Konsentrasi Senyawa Fosfat 0.2 – 1 mg/l
- g. Nilai dan grafik hubungan sebaran konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah dangkal dengan variabel bebas. Dibuat dengan menggunakan bantuan software SPSS 13 dan software Microsoft Exel 2007 dari nilai konsentrasi senyawa fosfat hasil uji laboratorium dengan kerapatan rumah, jarak ke lahan pertanian, jenis batuan, jenis tanah, dan kedalaman muka airtanah.

3.4 Analisis Data

Untuk menjawab masalah penelitian pertama “Bagaimana pola sebaran konsentrasi senyawa fosfat (PO_4)⁻³ yang terkandung dalam airtanah dangkal di Kecamatan Sawangan, Kota Depok?”, analisis yang dilakukan dengan menggunakan analisis deskriptif. Analisis deskriptif digunakan untuk menjelaskan pola sebaran konsentrasi fosfat yang terkandung dalam airtanah dangkal.

Untuk menjawab pertanyaan kedua “Apakah pola sebaran yang memiliki hubungan dengan fakta, jenis batuan, jenis tanah, kedalaman muka airtanah, kerapatan rumah?”, analisis yang digunakan adalah analisis overlay dan diperkuat dengan analisis kuantitatif. Analisis overlay digunakan untuk melihat hubungan keruangan antar variabel yang diperkuat dengan analisis kuantitatif. Analisis kuantitatif digunakan untuk melihat variasi nilai rata-rata konsentrasi fosfat pada jenis batuan, jenis tanah, kerapatan rumah dan kedalaman muka airtanah, sehingga metode statistik yang digunakan adalah *One Way of Anova*. Sedangkan, untuk melihat korelasi antara konsentrasi fosfat pada airtanah dangkal dengan kedalaman muka airtanah, kerapatan rumah pada setiap jenis batuan dan jenis tanah, dan jarak ke lahan pertanian metode statistik yang digunakan adalah *Person's Product Moment*.

3.4.1 Uji Statistik

a. Analisis Varians (ANOVA)

Langkah-langkah dalam uji statistik ANOVA yaitu;

1) Tes Homogenitas Varian (Test of Homogeneity of Variance)

Asumsi dasar dari analisis ANOVA adalah bahwa seluruh kelompok yang terbentuk harus memiliki variannya sama. Untuk menguji asumsi dasar ini dapat dilihat dari hasil test homogenitas dari varians dengan menggunakan uji Levene Statistik dengan menggunakan taraf kepercayaan 95 %, yaitu $\alpha = 0,05$. Hipotesis yang digunakan dalam tes homogenitas varian adalah :

Ho : Diduga bahwa seluruh varians populasi adalah sama

Hi : Diduga bahwa seluruh varians populasi adalah berbeda

Dasar dari pengambilan keputusan adalah:

Jika probabilitas $> 0,05$, maka H0 diterima

Jika probabilitas $< 0,05$, maka H0 ditolak

2) Pengujian ANOVA (Uji F)

Uji statistik yang digunakan untuk menguji hipotesis nol bahwa semua kelompok mempunyai mean populasi yang sama adalah Uji F. Harga F diperoleh dari rata-rata jumlah kuadrat (mean square) antar kelompok yang dibagi dengan rata-rata jumlah kuadrat dalam kelompok dengan rumus :

$$F = \hat{S}_B^2 / \hat{S}_W^2$$

Keterangan :

\hat{S}_B^2 = Variansi antar perlakuan

\hat{S}_W^2 = Variansi dalam perlakuan

Hipotesis yang digunakan dalam uji ANOVA :

Ho : Diduga bahwa seluruh kelompok dari rata-rata populasi

Hi : Diduga bahwa seluruh kelompok dari rata-rata populasi

Dasar dari pengambilan keputusan :

Jika F hitung $< F$ tabel 0,05, maka H0 diterima

Jika F hitung $> F$ tabel 0,05, maka H0 ditolak

3) Tes Post Hoc

Dari pengujian ANOVA (F test) telah diketahui bahwa secara umum seluruh kelompok memiliki perbedaan (tidak sama). Untuk mengetahui lebih lanjut perbedaan yang terjadi antar kelompok maka digunakan Tes Post Hoc dengan menggunakan salah satu fungsi *Tukey*.

Adapun hipotesis yang digunakan dalam tes ini adalah :

H_0 : Diduga bahwa kedua kelompok memiliki nilai rata-rata yang sama

H_1 : Diduga bahwa kedua kelompok memiliki nilai rata-rata yang berbeda

Dasar dari pengambilan keputusan adalah:

Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima

Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak

b. *Person's Product Moment*

Teknik korelasi ini digunakan untuk mengetahui ada tidaknya korelasi antara dua variabel berjenis interval. Rumus yang digunakan :

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

dengan keterangan :

r_{XY} = koefisien korelasi yang dicari

N = banyaknya subjek pemilih nilai

X = nilai variabel 1

Y = nilai variabel 2

BAB IV

GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN

4.1 Letak dan Luas Daerah Penelitian

Secara geografis Kecamatan Sawangan terletak antara $106^{\circ}43'15''$ – $106^{\circ}47'25''$ BT dan $06^{\circ}21'27''$ – $06^{\circ}26'21''$ LS. Kecamatan Sawangan merupakan wilayah paling barat Kota Depok yang secara administratif berbatasan langsung dengan :

- Utara : Kecamatan Pamulang, Kabupaten Tangerang (Provinsi Banten).
- Selatan : Kecamatan Bojong Gede, Kabupaten Bogor.
- Timur : Kecamatan Limo dan Kecamatan Pancoran Mas.
- Barat : Kecamatan Parung dan Kecamatan Gunung Sindur, Kabupaten Bogor.

Luas wilayah Kecamatan Sawangan mencapai 4551,7 ha yang terdiri dari 14 kelurahan, yaitu Kelurahan Duren Mekar, Kelurahan Duren Seribu, Kelurahan Pengasinan, Kelurahan Bedahan, Kelurahan Pasir Putih, Kelurahan Sawangan Baru, Kelurahan Sawangan, Kelurahan Bojongsari, Kelurahan Bojongsari Baru, Kelurahan Curug, Kelurahan Pondok Petir, Kelurahan Serua, Kelurahan Kedaung, dan Kelurahan Cinangka.

4.2 Morfologi

Ketinggian rata-rata Kecamatan Sawangan berada pada 60 – 130 mdpl. Semakin ke utara daerah penelitian, ketinggian semakin rendah, karena mendekati laut. Wilayah ketinggian 60 - 90 mdpl, terdapat di bagian utara daerah penelitian yang meliputi Kelurahan Pondok Petir, Kelurahan Serua, Kelurahan Kedaung, dan Kelurahan Cinangka. Sedangkan wilayah ketinggian 90 - 11 mdpl, secara administratif terdapat di Kelurahan Bojongsari, Kelurahan Bojongsari Baru, Kelurahan Curug, Kelurahan Sawangan, dan Kelurahan Sawangan Baru.

Ketinggian 110-130 mdpl secara administrasi terdapat pada Kelurahan Duren Mekar, Kelurahan Duren Seribu, Kelurahan Pengasinan, Kelurahan Bedahan, dan Kelurahan Pasir Putih.

4.3 Hidrologi

4.3.1 Hidrologi permukaan

Secara umum pola aliran sungai yang melintasi Kecamatan Sawangan memiliki tipe aliran sub dendritik dan dendritik. Kecamatan Sawangan dilintasi oleh 2 sungai besar yaitu, Kali Angke di sebelah barat dan Kali Pesanggrahan di sebelah timur. Hulu Kali Angke berada di perumahan yasmin, Bogor dan melewati wilayah Parung. Panjang aliran Kali Angke yang melintasi Kecamatan Sawangan adalah 17 km dengan lebar sungai berkisar antara 10-15 m. Sedangkan Kali Pesanggrahan memiliki panjang aliran 16 km yang melintasi Kecamatan Sawangan dengan lebar sungai bekisar antara 10-20 meter.

Sungai-sungai kecil yang melintasi kecamatan Sawangan seperti, Kali Caringin yang merupakan anak sungai dari Kali Pesanggrahan, Kali Ciputat, dan Saluran irigasi yang mengalir dari Bendung Kali Angke V di Kabupaten Bogor.

Di Kecamatan Sawangan terdapat juga situ-situ seperti, Situ Sawangan, terletak di Kelurahan Sawangan. Situ ini berfungsi menampung volume air kali Ciputat yang dipasok dari saluran irigasi. Di Kelurahan Curug terdapat juga bendungan yang berfungsi sebagai sumber irigasi untuk wilayah Kabupaten Bogor.

4.3.2 Hidrogeologi

Kondisi hidrogeologi di Kecamatan Sawangan didominasi oleh kelompok litologi endapan lanau, pasir, kerikil dan lempung hasil pengendapan kembali batuanvulkanik kuarter (kipas alluvium muda) serta konglomerat dan pasir sungai(endapan alluvium tua). Kondisi hidrogeologi ini memiliki tingkat

kelulusan sedang sampai tinggi, termasuk akuifer dengan produktifitas yang tinggi. Persebaran akuifer luas dengan debit air tanah 1 lt/detik sampai >5 lt/detik.

4.4. Jenis Batuan

Secara umum, jenis batuan yang terdapat di Kecamatan Sawangan terdiri dari;

a. Aluvium (Qa)

Aluvium memiliki endapan material lepas berpasir, kerikil dan lempung dalam bentuk lepas- lepas.

b. Kipas Aluvium (Qav)

Kipas Aluvium memiliki endapan material lepas berukuran pasir, kerikil, dan lempung dalam bentuk kipas. Jenis batuan ini sifatnya sangat porous, merupakan akuifer yang sangat baik, memiliki produktifitas akuifer tinggi, debit airtanah 1-5 lt/ detik bahkan hingga > 5 lt/detik, dan mempunyai daya dukung pondasi yang baik serta permeabilitas rendah.

c. Batuan Gunung Api Muda (Qv)

Batuan Gunung Api Muda terdiri dari endapan material lepas berupa breksi gunungapi, lava, tufa breksian, dan lelehan lahar.

4.5 Jenis Tanah

Jenis tanah di Kecamatan Sawangan terdiri dari;

a. Aluvial Kelabu

Aluvial kelabu merupakan jenis tanah yang mempunyai drainase terhambat yaitu, tanah yang memiliki konduktivitas hidraulik rendah dan daya menahan air (pori air tersedia) rendah sampai sangat rendah.

b. Asosiasi Latosol Coklat Kemerahan Dengan Laterit Airtanah

Jenis tanah ini memiliki tekstur yang halus dengan drainase sedang terhambat.

c. Asosiasi Regosol Coklat dengan Latosol Coklat

Jenis tanah ini berasal dari batuan kapur, memiliki taktur tanah yang agak kasar dan halus dengan drainase yang cepat.

d. Latosol Merah.

Latosol merah terbentuk dari tufa vulkan andesitis- basaltis, memiliki tekstur tanah yang halus, memiliki karakteristik kelas drainase tanah sedang, yaitu tanah yang mempunyai konduktivitas hidraulik sedang sampai agak rendah dan daya menahan air (pori air tersedia) rendah, dan tanah basah dekat permukaan.

4.6 Penggunaan Tanah

Berdasarkan Kota Depok dalam angka tahun 2008, penggunaan tanah di Kecamatan Sawangan terdiri dari, penggunaan tanah industri, perkebunan, sawah, permukiman, tegalan/ ladang, dan rumput/ tanah kosong. Pada tabel 4.1 di perlihatkan jenis penggunaan tanah, beserta luasnya di daerah penelitian.

Tabel 4.1. Jenis Penggunaan Tanah Di Kecamatan Sawangan

Jenis Penggunaan Tanah	Luas (ha)
Industri	20,5
Perkebunan	1006,6
Sawah	594,6
Permukiman	1466,8
Badan Air	40,2
Tegalan/Ladang	1040,1
Rumput/Tanah Kosong	383,2

Sumber : BAPEDA Kota Depok

4.7 Kondisi Demografi

Kecamatan Sawangan merupakan salah satu kecamatan di Kota Depok yang memiliki luas wilayah terbesar kedua setelah Kecamatan Cimanggis (lihat Tabel 4.2). Luas wilayah non permukiman di Kecamatan Sawangan memiliki luas yang lebih besar dibandingkan luas permukimannya. Hal ini menandakan bahwa

kepadatan penduduk di kecamatan ini rendah, yaitu sekitar 34 jiwa/ km², dimana nilai kepadatan penduduk di Kecamatan Sawangan merupakan kepadatan penduduk terendah kedua sebelum Kecamatan Limo. Jumlah penduduk di Kecamatan Sawangan pada tahun 2007 mencapai 247.077 jiwa.

Tabel 4.2 Kondisi Sosial Kota Depok Per Kecamatan

Kecamatan	Luas (Ha)	Jumlah		Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk (Jiwa/ha)
		Permukiman	Non Permukiman		
Beji	1433,996	880,622	553,374	116327	81
Limo	2266,136	1325,221	940,915	124448	12
Sawangan	4551,700	1415,241	3135,459	154892	34
Pancoran Mas	3051,639	1525,815	1525,824	247077	71
Sukmajaya	3458,662	1747,220	1711,442	304726	96
Cimanggis	5528,148	2217,205	3310,943	357173	67

Sumber : BPS Kota Depok (2008)

Pada Tabel 4.3, kelurahan di Kecamatan Sawangan yang memiliki nilai kepadatan penduduk paling tinggi pada tahun 2007 terdapat di Kelurahan Duren Mekar. Sedangkan kepadatan penduduk terendah berada di Kelurahan Bedahan, dengan nilai kepadatan penduduk 24 jiwa/ km².

Tabel 4.3 Kondisi Demografi Kecamatan Sawangan

No.	Kelurahan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Luas (ha)	Kepadatan Penduduk (Jiwa/ ha)
1	Duren Mekar	10973	211	52
2	Duren Seribu	8510	298	29
3	Pengasinan	12792	376	34
4	Bedahan	13851	572	24
5	Pasir Putih	12120	488	25
6	Sawangan Baru	10982	280	39
7	Sawangan	12328	331	37

8	Bojongsari	10167	201	51
9	Bojongsari Baru	8487	192	44
10	Curug	10751	444	24
11	Pondok Petir	14422	338	43
12	Serua	8629	295	29
13	Kedaung	11389	260	44
14	Cinangka	9491	330	29
Jumlah		154892	4552	34

Sumber : BPS Kota Depok (2008)



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil

5.1.1 Kerapatan Rumah

Kerapatan rumah merupakan representasi dari makin rapatnya suatu rumah di permukiman, maka jarak antara sumber air (sumur gali) ke tempat pembuangan limbah rumah tangga semakin dekat. Hal ini dikarenakan limbah rumah tangga merupakan salah satu sumber yang menyebabkan keberadaan konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah dangkal.

Dalam penelitian ini, kerapatan rumah di Kecamatan Sawangan terbagi menjadi 5 kelas kerapatan, yaitu wilayah kerapatan sangat rendah (< 2 unit/ha), wilayah kerapatan rendah (3-5 unit/ha), wilayah kerapatan sedang (6-7 unit/ha), wilayah kerapatan tinggi (8-10 unit/ha), dan wilayah kerapatan sangat tinggi (> 11 unit/ha). Pada Peta 4 menunjukkan wilayah kerapatan rumah pada Kecamatan Sawangan, per lokasi titik sampel.

Secara administratif wilayah kerapatan rumah sangat tinggi (> 11 unit/ha) mendominasi di Kelurahan Pengasinan, Kelurahan Pondok Petir, Kelurahan Sawangan, Kelurahan Sawangan Baru, Kelurahan Bedahan, Kelurahan Duren Mekar, dan Kelurahan Duren Seribu. Sedangkan wilayah kerapatan rumah sangat rendah (< 2 unit/ha) terdapat di Kelurahan Curug, Kelurahan Cinangka, Kelurahan Duren Mekar, dan Kelurahan Bedahan. Wilayah kerapatan rumah rendah (3-5 unit/ha) terdapat di Kelurahan Cinangka, Kelurahan Kedaung, Kelurahan Serua, dan Kelurahan Pasir Putih. Wilayah kerapatan rumah sedang (6-7 unit/ha) terdapat pada Kelurahan Bedahan, Kelurahan Pasir Putih, Kelurahan Cinangka, dan Kelurahan Sawangan Baru. Wilayah kerapatan rumah tinggi (8-10 unit/ha) mendominasi di Kelurahan Bedahan.

5.1.2 Jenis Batuan

Jenis batuan di Kecamatan Sawangan terdiri dari; aluvium (Qa), kipas aluvium (Qav), dan batuan gunung api muda (Qv). Berdasarkan Tabel 5.1, jenis batuan yang paling mendominasi di daerah penelitian adalah kipas aluvium dengan luas 3.400,3 ha. Jenis batuan ini memiliki persentase luas 96 % dari luas keseluruhan daerah penelitian. Pada Peta 6 diperlihatkan sebaran masing-masing jenis batuan yang terdapat di daerah penelitian.

Sebaran kipas aluvium terdapat merata diseluruh daerah penelitian. Sedangkan, jenis batuan aluvium sebarannya memanjang dari utara hingga selatan daerah penelitian. Secara administratif, sebaran aluvium terdapat di Kelurahan Pondok Petir bagian timur, Kelurahan Serua bagian barat dan timur, Kelurahan Kedaung, Kelurahan Cinangka, Kelurahan Curug, Kelurahan Sawangan Baru, Kelurahan Pengasinan, dan Kelurahan Bedahan. Jenis batuan ini memiliki luas 1.130,9 ha yang tersusun dari pasir, kerikil, lempung dalam bentuk lepas, sehingga membentuk akuifer yang baik.

Tabel 5.1 Luasan Jenis Batuan di Kecamatan Sawangan

Jenis Batuan	Luas (ha)
Aluvium (Qa)	1.130,9
Kipas Aluvium (Qav)	3.400,3
Batuan Gunung Api Muda (Qv)	20,5
<i>Total</i>	<i>4.551,7</i>

Sumber : Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi, Bandung(1992-1993)

Sebaran jenis batuan batuan gunung api muda hanya terdapat di bagian tenggara Kelurahan Pasir Putih. Jenis batuan yang terdiri dari endapan material lepas berupa breksi gunung api, lava, tufa breksian, dan lelehan lahar, memiliki luas 20.5 ha atau 0,45% dari keseluruhan luas daerah penelitian.

5.1.3 Jenis Tanah

Jenis tanah mempengaruhi kecepatan konsentrasi senyawa fosfat di permukaan tanah menuju airtanah, yang terkait dengan tekstur tanahnya. Pada Tabel 5.2 diperlihatkan jenis tanah di Kecamatan Sawangan beserta luas (ha), yang terdiri dari aluvial kelabu, asosiasi latosol coklat kemerahan dengan laterit airtanah, asosiasi regosol coklat dengan latosol coklat, dan latosol merah.

Tabel 5.2 Luas Jenis Tanah di Kecamatan Sawangan

Jenis Tanah	Luas (ha)
Aluvial Kelabu	1.030,8
Asosiasi Latosol Coklat Kemerahan Dengan Laterit Airtanah	563,3
Asosiasi Regosol Coklat dengan Latosol Coklat	356,7
Latosol Merah	2.600,9
Total	4.551,7

Sumber : Balai Penelitian Tanah Tahun 1990

Jenis tanah yang paling mendominasi di Kecamatan Sawangan adalah latosol merah dengan luas 2.600,9 ha atau 65 % dari luas daerah penelitian (lihat Tabel 5.2). Pada Peta 5 diperlihatkan sebaran latosol merah terdapat hampir diseluruh daerah penelitian. Sedangkan, asosiasi regosol coklat dengan latosol coklat memiliki sebaran mengelompok yang terdapat di tenggara daerah penelitian. Secara administratif, sebaran tersebut terdapat pada Kelurahan Pasir Putih, Kelurahan Bedahan, dan Kelurahan Duren Mekar bagian selatan. Asosiasi regosol coklat dengan latosol coklat merupakan jenis tanah yang memiliki luasan terkecil, yaitu 356,7 ha (8,08 % dari luas daerah penelitian).

Jenis tanah aluvial kelabu yang bertekstur halus memiliki luas 1.030,8 ha. Jenis tanah aluvial kelabu memiliki pola sebaran linier, mengikuti cabang-cabang sungai yang terdapat di daerah penelitian (lihat Peta 5). Sebaran jenis tanah ini memanjang dari utara hingga selatan daerah penelitian. Secara administratif,

sebaran aluvial kelabu terdapat di Kelurahan Pondok Petir bagian barat dan timur, Kelurahan Serua, Kelurahan Kedaung bagian barat, Kelurahan Cinangka bagian barat dan timur, Kelurahan Curug, Kelurahan Bojongsari Baru, Kelurahan Bojongsari, Kelurahan Sawangan, Kelurahan Bedahan, Kelurahan Pengasinan, dan Kelurahan Bedahan.

5.1.4 Wilayah Kedalaman Muka Airtanah

Hasil survey lapangan menunjukkan bahwa kedalaman muka airtanah di Kecamatan Sawangan terdapat pada rentang 1.10 – 30 m. Pola wilayah kedalaman muka airtanah yang terlihat di Peta 7 menunjukkan bahwa semakin ke utara daerah penelitian, kedalaman muka airtanah semakin bertambah. Wilayah kedalaman muka airtanah di daerah penelitian terbagi menjadi 3 kelas, yaitu < 8 m, 8- 10 m, >10 m, dengan luas wilayah kedalaman terdapat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 menunjukkan bahwa wilayah kedalaman airtanah < 8 m mendominasi daerah penelitian dengan luas 1.886,6 ha, atau 41,44 % dari keseluruhan luas daerah penelitian. Sebaran wilayah kedalaman airtanah < 8 m mendominasi pada bagian barat dan selatan daerah penelitian dengan pola yang mengelompok. Sedangkan wilayah kedalaman muka airtanah > 10 m memiliki luas sebaran terkecil dengan pola mengelompok di utara dan timur daerah penelitian. Luas sebaran wilayah kedalaman muka airtanah > 10 m hanya 905,9 ha atau sekitar 20 % dari luas keseluruhan daerah penelitian. Secara administratif, wilayah kedalaman muka airtanah >10 m mendominasi di Kelurahan Pondok Petir, Kelurahan Curug, Kelurahan Cinangka, dan Kelurahan Pasir Putih

Tabel 5.3 Luas Wilayah Kedalaman Muka Airtanah di Kecamatan Sawangan

Kelas Wilayah Kedalaman Muka Airtanah (MAT)	Luas (ha)
< 8 m	1.886,6
8 – 10 m	1.759,6
>10 m	905,9
Total	4.551,7

Sumber : Pengolahan Data 2009

Wilayah kedalaman airtanah 8-10 m memiliki sebaran mengelompok di timur daerah penelitian, dengan luas sebaran 1.759,6 ha. Secara administratif wilayah kedalaman 8-10 m mendominasi di Kelurahan Serua, Kelurahan Kedaung, Kelurahan Sawangan, Kelurahan Sawangan Baru, dan Kelurahan Bedahan

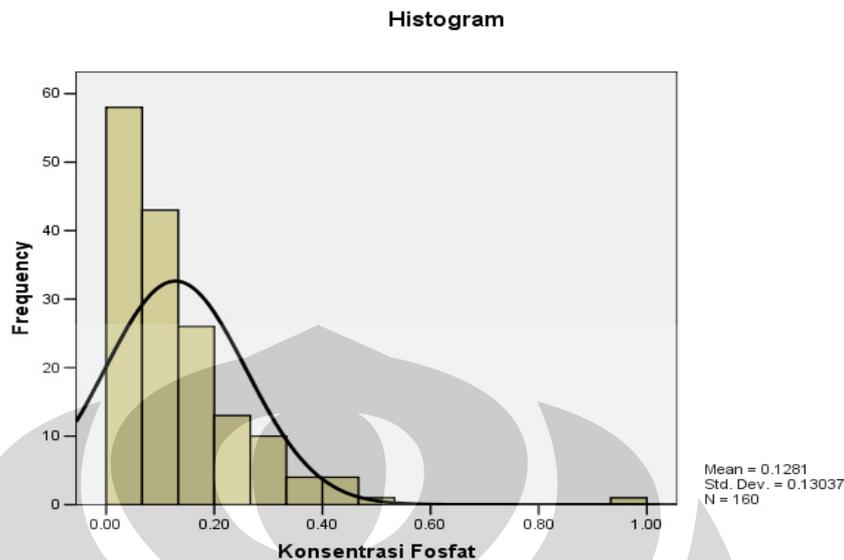
5.1.5 Wilayah Konsentrasi Fosfat

Keseluruhan titik sampel yang digunakan untuk menentukan nilai konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah dangkal adalah 160 titik. Sampel tersebut berasal dari airtanah dangkal yang terdapat pada sumur gali penduduk di Kecamatan Sawangan. Berdasarkan hasil pengukuran titik sampel di lapangan, nilai konsentrasi senyawa fosfat yang terkandung dalam airtanah dangkal di Kecamatan Sawangan memiliki rentang 0.00 – 0.99 mg/l (lihat Tabel 5.4). Nilai konsentrasi senyawa fosfat rata-rata sebesar 0.13 mg/l, jadi secara umum kandungan fosfat pada airtanah dangkalnya relatif normal, yaitu dibawah 0.2 mg/l (mengacu pada Peraturan Pemerintah RI No 82 Tahun 2001). Hasil uji konsentrasi senyawa fosfat ini, hampir sama dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Prawijiwuri (2005), dimana konsentrasi senyawa fosfat pada perairan alami sebesar 0.1 mg/l. Namun, dari 160 titik sampel yang mewakili daerah penelitian, teridentifikasi sebesar 20% atau 32 titik sampel memiliki nilai konsentasi senyawa fosfat di atas ambang baku mutu air kelas I. Pada Gambar 8 juga menjelaskan bahwa titik sampel airtanah di Kecamatan Sawangan sekitar 33% atau 57 titik sampel terdapat pada nilai konsnetrasi senyawa fosfat kisaran 0.06 mg/l.

Tabel 5.4 Konsentrasi Fosfat Di Kecamatan Sawangan

<i>N (Jumlah Sampel)</i>	160
<i>(Mean)</i>	0,1281
<i>STD (Standar Deviasi)</i>	0,13037
<i>Minimum</i>	0,00
<i>Maksimum</i>	0,99

Sumber : Pengolahan Data 2009



Gambar 8. Grafik Nilai Konsentrasi Fosfat di Kecamatan Sawangan
Sumber : Pengolahan Data 2009

Pada peta 8 memperlihatkan wilayah konsentrasi senyawa fosfat terbagi menjadi 4 kelas konsentrasi yaitu; 0 – 0,05 mg/l; 0,05 – 0,1 mg/l; 0,1 – 0,2 mg/l; dan 0,2 – 1 mg/l. Wilayah konsentrasi 0,2 – 1 mg/l merupakan wilayah yang memiliki nilai konsentrasi senyawa fosfat melebihi baku mutu (mengacu pada Peraturan Pemerintah RI No 82 Tahun 2001). Pola sebaran wilayah konsentrasi senyawa fosfat 0,2 – 1 mg/l adalah mengelompok, di utara, tenggara, barat daya, dan tengah daerah penelitian. Pola sebaran wilayah konsentrasi senyawa fosfat 0,2 – 1 mg/l diwakili oleh titik sampel 1, 9, 10, 40, 62, 71, 125, 128, 130, dan 132. Sebaran titik sampel dengan nilai konsentrasi 0,2 – 1,0 mg/l terletak pada penggunaan tanah permukiman tidak teratur (lihat Peta 2 dan Peta 7). Secara administratif, sebaran tersebut terdapat di Kelurahan Serua dan Kedaung bagian tengah, Kelurahan Sawangan bagian timur, Kelurahan Curug bagian utara, Kelurahan Pasir Putih, Kelurahan Duren Seribu bagian utara, dan Kelurahan Duren Mekar bagian selatan. Luas sebaran wilayah konsentrasi senyawa fosfat 0,2 – 1 mg/l secara keseluruhan yaitu, 280,4 ha.

Wilayah konsentrasi fosfat 0,1 – 0,2 mg/l adalah wilayah yang paling luas sebarannya. Luas sebaran wilayah konsentrasi fosfat ini mencapai 3.031,4 ha atau

66.26 % dari luas keseluruhan daerah penelitian (lihat Tabel 5.5). Pola sebarannya merata hampir diseluruh 14 kelurahan di Kecamatan Sawangan.

Wilayah konsentrasi fosfat yang memiliki luas sebaran kedua terbesar adalah 0,05 – 0,1 mg/l dengan luas sebaran 1.128,1 ha atau 27.41 % dari daerah penelitian. Secara administratif, wilayah konsentrasi senyawa fosfat 0,05 - 0,1 mg/l berada pada Kelurahan Cinangka bagian utara, Kelurahan Pondok Petir bagian utara, Kelurahan Curug bagian tengah, Kelurahan Sawangan dan Sawangan Baru bagian selatan, Kelurahan Pengasinan dan Bedahan bagian utara, dan Kelurahan Pasir Putih bagian timur.

Tabel 5.5 Luas wilayah konsentrasi fosfat

Wilayah Konsentrasi Fosfat	Luas (ha)
0 – 0,05 mg/l	111,8
0,05 – 0,1 mg/l	1.128,1
0,1 – 0,2 mg/l	3.031,4
0,2 – 1 mg/l	280,4
Total	4.551,7

Sumber : Pengolahan Data dan Survei Lapangan 2009

Sedangkan wilayah konsentrasi fosfat 0-0,05 mg/l merupakan wilayah konsentrasi yang memiliki luas sebaran terkecil. Luas sebaran konsentrasi fosfat ini adalah 111,8 ha atau 2,4 % dari luas daerah penelitian. Wilayah konsentrasi senyawa fosfat ini, memiliki pola sebaran acak yang diwakili oleh titik sampel 2, 3, 5, 7, 12, 15, 18, 32, 42, 73, 98, 118, 127, dan 131. Secara administratif, sebaran wilayah konsentrasi senyawa fosfat 0-0,05 mg/l terdapat pada Kelurahan Cinangka, Kelurahan Curug bagian tengah, Kelurahan Sawangan Baru bagian selatan, Kelurahan Pondok Petir bagian barat.

5.2 Pembahasan

Untuk mengetahui hubungan konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah dangkal di Kecamatan Sawangan dengan variabel yang digunakan dalam penelitian ini, analisis yang digunakan adalah analisis overlay dan analisis statistik. Analisis overlay digunakan untuk melihat hubungan keruangan yang kemudian diperkuat dengan analisis statistik.

Sebelum dilakukan uji statistik, semua variabel yang digunakan dalam penelitian ini telah diuji dengan menggunakan uji *One-Sample Kolmogorov-Smirnov*. Uji Kolmogorov ini berfungsi untuk mengetahui semua data yang digunakan dalam penelitian ini terdistribusi normal, sehingga bisa dilakukan uji statistik lanjutan.

5.2.1 Hubungan Konsentrasi Senyawa Fosfat dengan Kerapatan Rumah

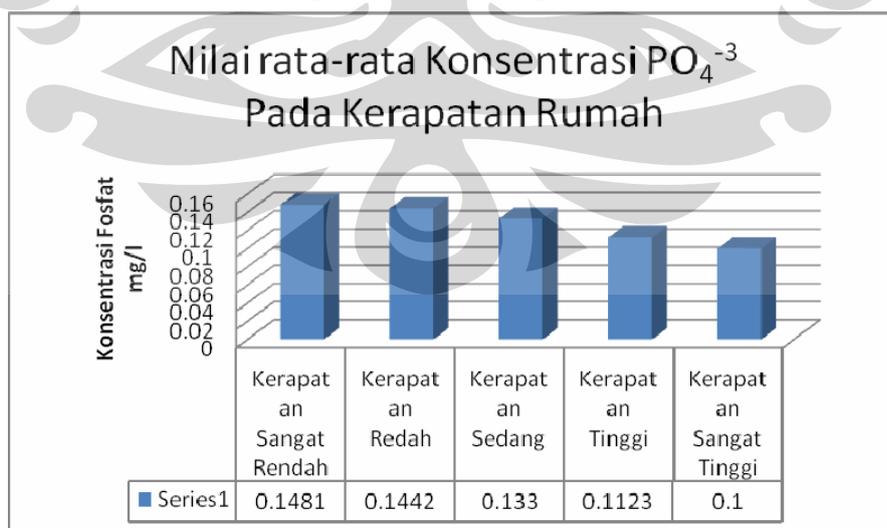
Hasil overlay antara Peta 8 dan Peta 4 menunjukkan hubungan keruangan bahwa pada semua klasifikasi kerapatan rumah nilai konsentrasi senyawa fosfatnya bervariasi, misalnya pada klasifikasi kerapatan rumah sangat rendah, nilai konsentrasi senyawa fosfatnya berada pada semua wilayah konsentrasi senyawa fosfat. Sebagai contoh pada titik sampel nomor 19, 35, 115, 152, dan 155, nilai konsentrasi fosfat yang terkandung dalam airtanah berada pada wilayah konsentrasi senyawa fosfat 0,0 - 0,05 mg/l dan pada klasifikasi kerapatan rumah yang sama, terdapat nilai konsentrasi senyawa fosfat pada wilayah 0,2 – 1 mg/l yang diwakili oleh titik sampel nomor 39, 40, 81, 130, 158, dan 160. Untuk wilayah konsentrasi fosfat 0,2 – 1 mg/l (yang melebihi ambang baku mutu kelas I) dominan berada pada klasifikasi kerapatan rumah rendah. Jika dilihat dari hasil survey lapang, penggunaan tanah di wilayah tersebut tidak hanya penggunaan tanah permukiman saja, tetapi terdapat penggunaan tanah pertanian. Dimana salah satu sumber keberadaan senyawa fosfat di airtanah dipengaruhi oleh limbah pertanian. Sehingga nilai konsentrasi fosfat pada klasifikasi kerapatan rumah rendah, tidak hanya dipengaruhi oleh penggunaan tanah permukiman, tetapi juga penggunaan tanah pertanian.

Untuk memperkuat hasil analisis overlay yang telah dipaparkan diatas, diberlakukan perhitungan ANOVA. Hasil uji statistik tersebut adalah tidak terdapat perbedaan yang nyata antara nilai rata-rata konsentrasi senyawa fosfat yang ada pada ke lima klasifikasi kerapatan rumah di Kecamatan Sawangan (lihat Tabel 5.6). Hal ini dapat dibuktikan dari hasil perhitungan dimana nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$, yaitu $0,748 < 2,45$. Penilaian tersebut didukung juga dari nilai signifikansi yang diperoleh dari tabel ANOVA, yaitu 0,561 (tidak signifikan), yang menunjukkan nilai tersebut lebih besar dari α yang digunakan dalam penelitian. Hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa ke lima klasifikasi kerapatan rumah memiliki nilai rata-rata konsentrasi senyawa fosfat yang sama dalam kandungan airtanah dangkalnya.

Tabel 5.6 Konsentrasi Senyawa Fosfat Berdasarkan Wilayah Kerapatan Bangunan

Jenis Batuan	n		STD
Kerapatan Sangat Rendah	21	0,1481	0,13363
Kerapatan Redah	43	0,1442	0,16682
Kerapatan Sedang	40	0,1330	0,12064
Kerapatan Tinggi	22	0,1123	0,11080
Kerapatan Sangat Tinggi	34	0,1000	0.09530

Sumber : Pengolahan Data 2009



Gambar 9. Grafik Nilai Rata-rata Konsentrasi Senyawa Fosfat Pada Setiap Kelas Kerapatan Rumah

Sumber : Pengolahan Data 2009

a. Hubungan Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Senyawa Fosfat dalam Airtanah Dangkal Pada Jenis Batuan Yang Sejenis

Hasil perhitungan ANOVA antara kerapatan rumah dengan konsentrasi senyawa fosfat menunjukkan nilai rata-rata konsentrasi senyawa fosfat yang terkandung dalam airtanah dangkal pada setiap klasifikasi kerapatan rumah sama. Oleh karena itu, diperlukan suatu perhitungan statistik dengan menggunakan *Person's Product Moment* antara kerapatan rumah dengan konsentrasi senyawa fosfat pada masing-masing jenis batuan yang terdapat di daerah penelitian.

Dari 160 titik sampel yang digunakan, sebanyak 113 titik sampel terdapat pada jenis batuan kipas aluvium. Berdasarkan hasil perhitungan *Person's Product Moment*, hubungan antara kerapatan rumah dengan konsentrasi senyawa fosfat di jenis batuan kipas aluvium, diperoleh nilai r sebesar $-0,110$ dan nilai signifikansi yang lebih besar dari α , yaitu $0,244$. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara kerapatan rumah dengan konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah pada jenis batuan kipas aluvium. Dengan kata lain, konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah dangkal pada jenis batuan kipas aluvium tidak dipengaruhi oleh kerapatan rumah.

Hubungan yang tidak signifikan juga terjadi antara kerapatan rumah dengan konsentrasi senyawa fosfat pada jenis batuan aluvium. Nilai r hasil perhitungan statistik *Person's Product Moment* bernilai $-0,126$, dengan nilai signifikansi yang lebih besar dari α , yaitu $0,415$. Nilai tersebut menandakan bahwa konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah dangkal pada jenis batuan aluvium tidak dipengaruhi oleh kerapatan rumah.

b. Hubungan Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Senyawa Fosfat dalam Airtanah Dangkal Pada Jenis Tanah Yang Sejenis

Perhitungan statistik dengan menggunakan *Person's Product Moment* antara kerapatan rumah dengan konsentrasi senyawa fosfat pada masing-masing jenis tanah yang terdapat di daerah penelitian, diperlukan untuk mengetahui

seberapa besar kerapatan rumah mempengaruhi nilai konsentrasi senyawa fosfat pada masing-masing jenis tanah.

Pada jenis tanah latosol merah, terdapat sekitar 105 titik sampel, dari titik sampel keseluruhan yaitu, 160 titik sampel. Berdasarkan hasil perhitungan *Person's Product Moment*, hubungan antara kerapatan rumah dengan nilai konsentrasi fosfat pada jenis tanah latosol merah, diperoleh nilai r sebesar $-0,193$ dengan signifikansi 0.05 . Hasil perhitungan tersebut menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara kerapatan rumah dengan konsentrasi fosfat pada jenis tanah latosol merah. Nilai r yang negatif menandakan bahwa kerapatan rumah berbanding terbalik dengan nilai konsentrasi fosfat pada jenis tanah latosol merah, semakin rendah kerapatan antar rumah di Kecamatan Sawangan, maka semakin tinggi konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah, dan begitupula sebaliknya. Pengaruh yang diberikan oleh kerapatan rumah terhadap nilai konsentrasi senyawa fosfat yang terkandung dalam airtanah cenderung lemah pada jenis tanah latosol merah, yaitu sekitar $3,7\%$, yang didapatkan dari nilai R sebesar $0,037$.

Adanya pengaruh yang diberikan oleh kerapatan rumah rendah untuk keberadaan konsentrasi senyawa fosfat pada jenis tanah latosol merah, karena kerapatan rumah yang rendah, sistem pembuangan limbahnya masih menggunakan empang (koya) akibat masih adanya ketersediaan lahan. Didukung pula dengan daya menahan air pada tekstur tanah latosol merah rendah, sehingga sumber kontaminasi senyawa fosfat yang masuk kedalam tanah, dengan mudah menjangkau airtanah.

Sedangkan uji statistik *Person's Product Moment* pada jenis tanah asosiasi regosol coklat dengan latosol coklat, menghasilkan tidak adanya hubungan yang signifikan antara kerapatan rumah dengan nilai konsentrasi senyawa fosfat. Pengaruh yang diberikan juga cenderung lemah, yang terlihat dari nilai r sebesar $0,284$. Hal yang sama juga terjadi pada perhitungan statistik *Person's Product Moment* pada jenis tanah aluvium kelabu dan asosiasi latosol coklat kemerahan dengan laterit airtanah. Tidak adanya hubungan yang signifikan antara kerapatan rumah dengan nilai konsentrasi senyawa fosfat yang terkandung dalam airtanah dangkal pada kedua jenis tanah tersebut. Hal ini didasarkan pada

nilai signifikansi sebesar 0,493 untuk jenis tanah aluvium kelabu dan 0,757 untuk jenis tanah asosiasi latosol coklat kemerahan dengan laterit airtanah.

5.2.2 Hubungan Konsentrasi Fosfat Dengan Jarak ke Lahan Pertanian

Penggunaan tanah pertanian merupakan salah satu faktor yang menyebabkan keberadaan konsentrasi fosfat dalam airtanah, terkait dengan limbah pupuk yang dihasilkan. Pupuk yang digunakan bidang pertanian merupakan pupuk yang mengandung fosfat. Hal ini dikarenakan fosfat merupakan senyawa esensial yang sangat dibutuhkan tumbuhan pada saat awal pertumbuhan tanaman. Sehingga faktor jarak dengan lahan pertanian mempengaruhi keberadaan konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah.

Berdasarkan perhitungan statistik menggunakan *Person's Product Moment* dengan taraf kepercayaan 95% antara jarak titik sampel ke lahan pertanian dengan konsentrasi senyawa fosfat, teridentifikasi tidak adanya hubungan yang signifikan antara jarak ke lahan pertanian dengan konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah dangkal. Dengan kata lain, jarak ke lahan pertanian tidak mempengaruhi keberadaan fosfat yang terkandung dalam airtanah dangkal. Hal ini dibuktikan dengan nilai signifikansi yaitu 0,998 yang melebihi nilai α , yaitu 0,05.

5.2.3 Hubungan Konsentrasi Senyawa Fosfat Dengan Jenis Batuan

Hasil overlay Peta 6 dan Peta 8 memperlihatkan bahwa sebaran nilai konsentrasi senyawa fosfat pada setiap jenis batuan memiliki variasi. Pada jenis batuan aluvium, terdapat semua nilai konsentrasi, baik yang termasuk kedalam kelas wilayah konsentrasi senyawa fosfat 0 – 0,05 mg/l, maupun 0,2 – 1 mg/l. Wilayah konsentrasi senyawa fosfat 0,2 – 1 mg/l merupakan wilayah yang airtanahnya telah tercemar konsentrasi senyawa fosfat. Wilayah ini dominan berada pada jenis batuan kipas aluvium.

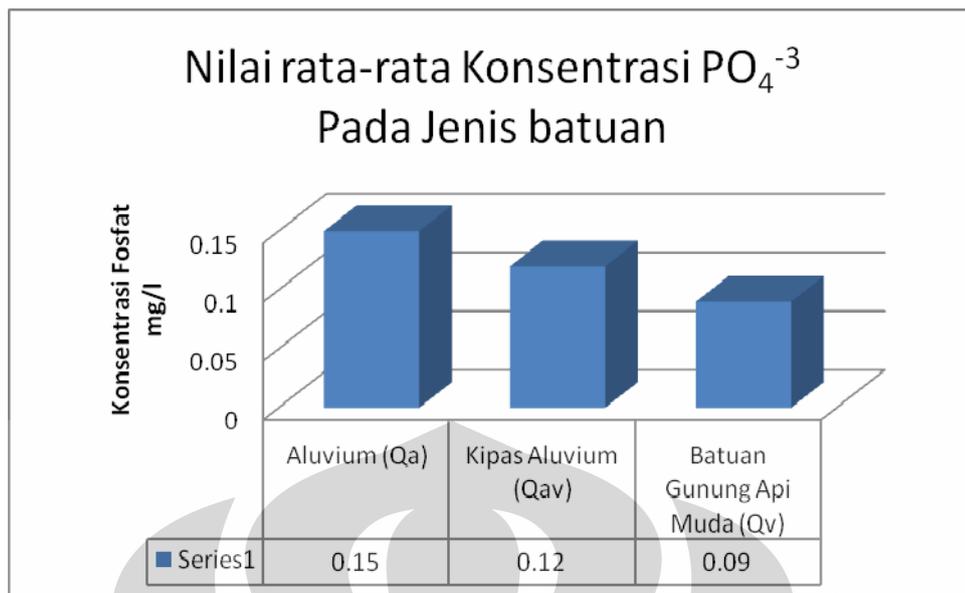
Tabel 5.7 Nilai Konsentrasi Fosfat Rata-Rata pada Jenis Batuan

Jenis Batuan	n		STD
Aluvium (Qa)	44	0,15	0,11427
Kipas Aluvium (Qav)	113	0,12	0,16403
Batuan Gunung Api Muda (Qv)	3	0,09	0,13037

Sumber : Pengolahan Data 2009

Untuk memperkuat analisis overlay, uji statistik ANOVA diberlakukan. Berdasarkan hasil perhitungan uji ANOVA, tidak terdapat perbedaan yang nyata antara nilai rata-rata konsentrasi senyawa fosfat yang ada pada ke 3 jenis batuan di Kecamatan Sawangan (lihat Gambar 10). Dengan kata lain, rata-rata konsentrasi senyawa fosfat pada setiap jenis batuan di daerah penelitian memiliki nilai yang sama. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil perhitungan dimana nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$, yaitu $0.748 < 2.45$. Penilaian tersebut didukung juga dari nilai signifikansi yang diperoleh dari tabel ANOVA, yaitu 0.561, yang menunjukkan nilai tersebut lebih besar dari α yang digunakan dalam penelitian, sehingga tidak signifikan.

Selain itu, hasil uji statistik menunjukkan bahwa jika diurutkan, nilai rata-rata konsentrasi senyawa fosfat pada jenis batuan aluvium memiliki nilai rata-rata konsentrasi senyawa fosfat tertinggi dibandingkan kedua jenis tanah yang lain, yaitu sebesar 0,15 mg/l. Aluvium memiliki endapan material lepas berupa pasir, kerikil, dan lempung, kondisi tersebut yang menyebabkan sifat batuan ini sangat porous, sehingga dapat lebih menyerap konsentrasi senyawa fosfat yang mencemari airtanah.



Gambar 10. Grafik Nilai Rata-rata Konsentrasi Fosfat Pada Setiap Jenis Batuan
Sumber : Pengolahan Data 2009

5.3.4 Hubungan Konsentrasi Senyawa Fosfat dengan Jenis Tanah

Hasil overlay antara Peta 5 dan Peta 8 memperlihatkan bahwa nilai konsentrasi senyawa fosfat memiliki variasi pada setiap jenis tanah. Hal ini menunjukkan bahwa nilai konsentrasi senyawa fosfat tersebar pada seluruh jenis tanah, baik nilai konsentrasi yang termasuk dalam wilayah 0 – 0,05 mg/l, 0,05 – 0,1 mg/l, 0,1 – 0,2 mg/l, maupun 0,2 – 1 mg/l. Wilayah konsentrasi senyawa fosfat 0,2 – 1 mg/l dominan terdapat pada jenis tanah latosol merah.

Tabel 5.8 Konsentrasi Fosfat Berdasarkan Jenis Tanah

Jenis Tanah	n		STD
Aluvial Kelabu	19	0,1211	0,11427
Asosiasi Latosol Coklat Kemerahan Dengan Laterit Airtanah	23	0.0779	0,16403
Asosiasi Regosol Coklat dengan Latosol Coklat	14	0.1361	0,05508
Latosol Merah	104	0.1344	0,30406

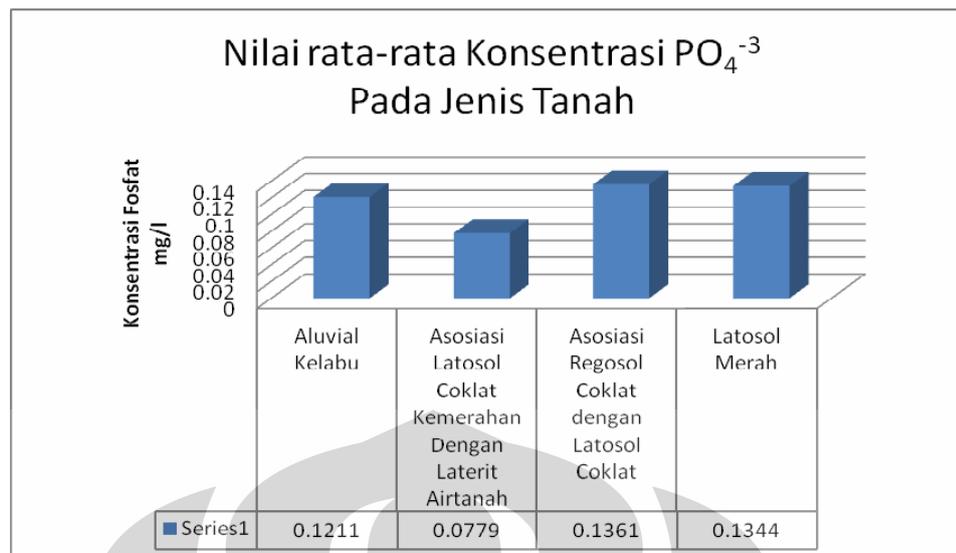
Sumber : Pengolahan Data 2009

Untuk mendukung analisis overlay antar peta, diberlakukan uji statistik ANOVA. Hasil perhitungan ANOVA menunjukkan bahwa, nilai rata-rata konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah di setiap jenis tanah tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, airtinya masing-masing jenis tanah di Kecamatan Sawangan memiliki nilai rata-rata kandungan konsentrasi senyawa fosfat yang sama. Hal ini didasarkan dari nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$, yaitu $0.819 < 2,16$. Penilaian tersebut didukung juga dengan nilai signifikansi yang diperoleh dari tabel ANOVA, yaitu 0.485, yang menunjukkan nilai tersebut lebih besar dari nilai α yang digunakan dalam penelitian, yaitu 0.05 (tidak signifikan).

Namun, dari 160 titik sampel yang terdapat di daerah penelitian, sekitar 65 % terletak di jenis tanah latosol merah. Hal itu dikarenakan, latosol merah merupakan jenis tanah yang memiliki luas dominan di daerah penelitian. Nilai rata-rata konsentrasi senyawa fosfat yang terkandung dalam airtanah pada jenis tanah latosol merah adalah 0.1344 mg/l (lihat Tabel 5.8).

Nilai rata-rata konsentrasi senyawa fosfat tertinggi dalam kandungan airtanah dangkal, terdapat di jenis tanah asosiasi regosol coklat dengan latosol coklat, yaitu 0.1361 mg/l. Hal ini terjadi disebabkan faktor tekstur tanah asosiasi regosol coklat dengan latosol coklat, yang mana memiliki tekstur tanah agak kasar dan halus. Kondisi tekstur tanah seperti itu, berpengaruh pada drainasenya yang cepat. Tekstur tanah yang kasar mempercepat konsentrasi fosfat untuk mencapai airtanah. Nilai rata-rata konsentrasi senyawa fosfat ini, masih berada dibawah ambang baku mutu air kelas I PP No 82 Tahun 2001.

Nilai-rata konsentrasi senyawa fosfat terendah yang terkandung dalam airtanah dangkal berada pada jenis tanah asosiasi latosol coklat kemerahan dengan laterit airtanah, yaitu 0.0779 mg/l. Hal ini terjadi karena tekstur yang dimiliki jenis tanah asosiasi latosol coklat kemerahan dengan laterit airtanah adalah halus, sehingga berdampak pada kecepatan drainase yang lemah.



Gambar 11. Grafik Nilai Rata-rata Konsentrasi Senyawa Fosfat
Pada Setiap Jenis Tanah
Sumber : Pengolahan Data 2009

5.2.5 Hubungan Konsentrasi Senyawa Fosfat Dengan Kedalaman Muka Airtanah

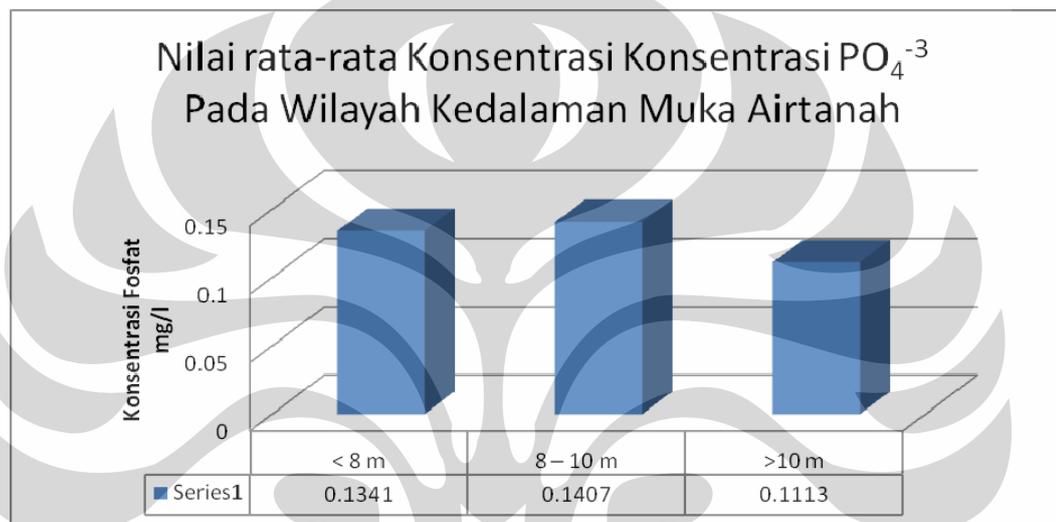
Hasil overlay antara Peta 7 dan Peta 8 memperlihatkan bahwa nilai konsentrasi senyawa fosfat memiliki variasi pada setiap klasifikasi wilayah kedalaman muka airtanah. Hal ini menunjukkan bahwa nilai konsentrasi senyawa fosfat tersebar pada seluruh kelas kedalaman muka airtanah, baik nilai konsentrasi yang termasuk dalam wilayah 0 – 0,05 mg/l, 0,05 – 0,1 mg/l, 0,1 – 0,2 mg/l, maupun 0,2 – 1 mg/l. Sebagai contoh, wilayah kedalaman muka airtanah. Wilayah konsentrasi senyawa fosfat 0,2 – 1 mg/l dominan terdapat pada kelas wilayah kedalaman muka airtanah < 8 m. Kedalaman untuk mencapai muka airtanah berpengaruh terhadap kecepatan sumber pencemar sampai ke airtanah. Semakin dekat jarak antara permukaan tanah, maka semakin cepat sumber pencemar mencemari airtanah.

Untuk memperkuat hasil analisis overlay antar Peta 7 dan Peta 8 diberlakukan perhitungan statistik ANOVA. Berdasarkan uji statistik menggunakan perhitungan ANOVA (*Analisis of Variance*) dengan taraf kepercayaan 95 %, diperoleh nilai rata-rata konsentrasi senyawa fosfat yang ada pada ke 3 wilayah kedalaman muka airtanah sama (lihat Tabel 5.9).

Tabel 5.8 Nilai Konsentrasi Fosfat Rata-Rata pada Wilayah Kedalaman Muka Airtanah

Wilayah Kedalaman Muka Airtanah	n		STD
< 8 m	64	0,1341	0,12031
8 – 10 m	42	0,1407	0,17069
>10 m	54	0,1113	0,10385

Sumber : Pengolahan Data 2009



Gambar 12. Grafik Nilai Rata-rata Konsentrasi Senyawa Fosfat Pada Setiap Wilayah Kedalaman Muka Airtanah

Sumber : Pengolahan Data 2009

Hal ini didasarkan dari nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$, yaitu $0,710 < 2,16$. Penilaian tersebut didukung juga dengan nilai signifikansi yang diperoleh dari tabel ANOVA, yaitu $0,493$, yang menunjukkan nilai tersebut lebih besar dari nilai α sehingga hubungannya tidak signifikan.

- a. Hubungan Kedalaman Muka Airtanah dengan Konsentrasi Senyawa Fosfat dalam Airtanah Dangkal Pada Jenis Batuan Yang Sejenis

Jumlah titik sampel yang terdapat pada jenis batuan kipas aluvium yaitu 113 titik sampel. Berdasarkan hasil perhitungan *Person's Product Moment*, hubungan antara kedalaman muka airtanah dengan konsentrasi senyawa fosfat pada jenis batuan kipas aluvium, diperoleh nilai signifikansi $0,210$.

Nilai tersebut dapat diartikan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara konsentrasi senyawa fosfat dengan kedalaman muka airtanah pada jenis batuan kipas aluvium, karena nilai signifikansi lebih besar dari α yang digunakan, yaitu 0,05. Hal yang sama juga terjadi pada hubungan antara konsentrasi senyawa fosfat dengan kedalaman muka airtanah pada batuan aluvium dan batuan gunung api muda, dimana nilai signifikannya melebihi nilai α , yaitu 0,521 untuk aluvium dan 0,319 untuk batuan gunung api muda.

Dengan kata lain, pada jenis batuan kipas aluvium, aluvium dan, batuan gunung api muda, keberadaan konsentrasi fosfat dalam airtanah tidak dipengaruhi oleh kedalaman muka airtanah.

b. Hubungan Kedalaman Muka Airtanah dengan Konsentrasi Senyawa Fosfat dalam Airtanah Dangkal Pada Jenis Tanah Yang Sejenis

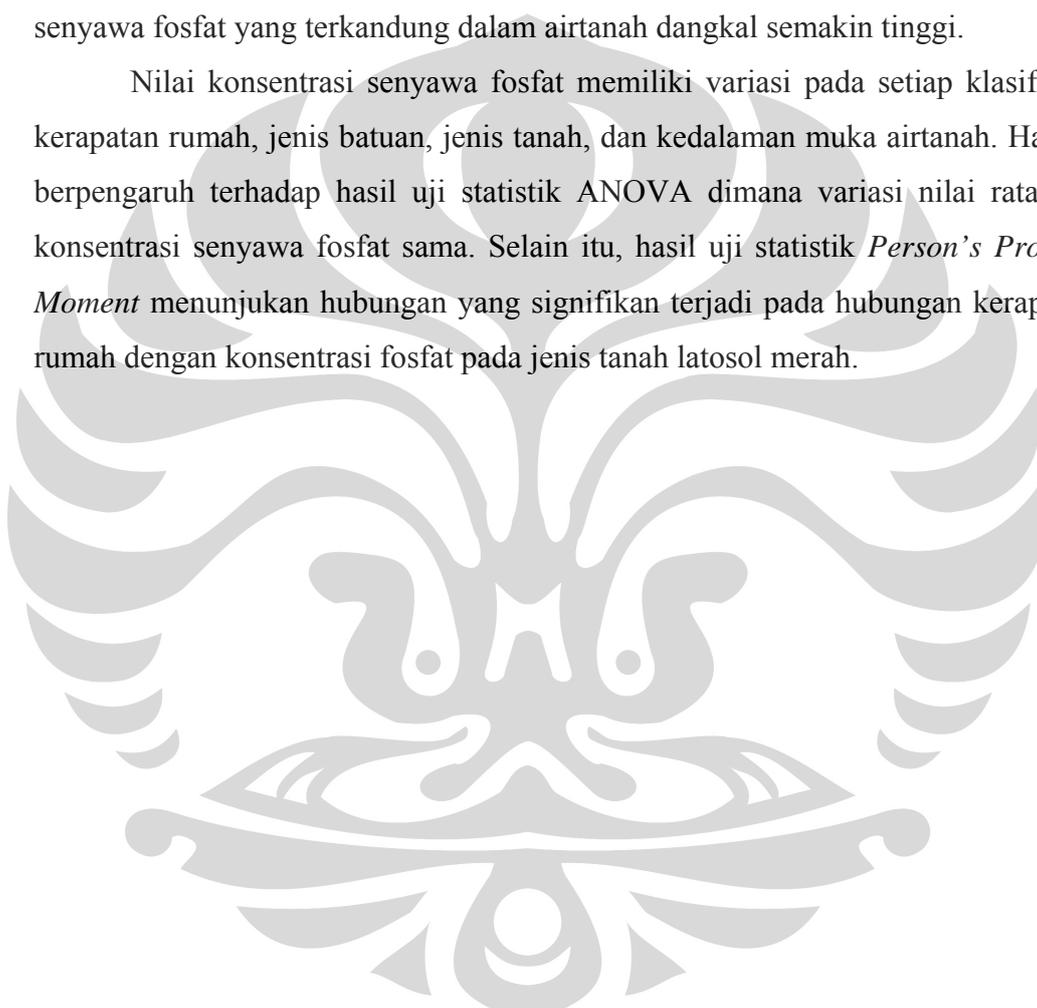
Berdasarkan hasil perhitungan *Person's Product Moment* hubungan antara kedalaman muka airtanah dengan konsentrasi senyawa fosfat pada jenis tanah latosol merah, aluvium kelabu, asosiasi regosol coklat dengan latosol coklat, dan asosiasi latosol coklat kemerahan dengan laterit airtanah, tidak menunjukkan hubungan yang signifikan, karena nilai signifikansi untuk semua jenis tanah tersebut melebihi nilai α , yaitu 0,05. Hal ini dapat diartikan, tidak adanya pengaruh yang diberikan oleh kedalaman muka airtanah untuk keberadaan konsentrasi senyawa fosfat dalam airtanah dangkal pada jenis tanah latosol merah, aluvium kelabu, asosiasi regosol coklat dengan latosol coklat, dan asosiasi latosol coklat kemerahan dengan laterit airtanah.

BAB VI

KESIMPULAN

Pola sebaran konsentrasi senyawa fosfat yang terbentuk dalam airtanah dangkal di Kecamatan Sawangan cenderung mengelompok dan tersebar di seluruh daerah penelitian. Semakin ke utara daerah penelitian, sebaran nilai konsentrasi senyawa fosfat yang terkandung dalam airtanah dangkal semakin tinggi.

Nilai konsentrasi senyawa fosfat memiliki variasi pada setiap klasifikasi kerapatan rumah, jenis batuan, jenis tanah, dan kedalaman muka airtanah. Hal ini berpengaruh terhadap hasil uji statistik ANOVA dimana variasi nilai rata-rata konsentrasi senyawa fosfat sama. Selain itu, hasil uji statistik *Person's Product Moment* menunjukkan hubungan yang signifikan terjadi pada hubungan kerapatan rumah dengan konsentrasi fosfat pada jenis tanah latosol merah.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Dr. Rukaesih, M.S. (2004). *Kimia Lingkungan* (2 :35-36.). Yogyakarta: Andi Offset.
- Asdak, Chay. (2004). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Bapeda Dan BPS Kota Depok. 2008. *Kecamatan Dalam Angka Tahun 2008*. Depok: BPS Kota Depok
- Darmono. (2006). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam* (2 : 52). Depok: UI Press.
- Diwanto, Rahmat. (2007). *Wilayah Kerentanan Airtanah Dangkal Kota Depok*. Depok : Skripsi Jurusan Geografi FMIPA UI.
- Guswa, J.H., Lyman, W.J. (1984). *Groundwater Contamination and Emergency Response Guide*. New Jersey (USA): Noyes Publicatoin.
- Hamid. (1998). *Kondisi Lingkungan ATD yang Terintrusi Air Asin (Studi Kasus di Jakarta)*. Depok: Tesis Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana UI.
- Irawan, Dr Prasetya M,Sc. (2006). *Penelitian Kualitatif Dan Kuantitatif Untuk Ilmu-Ilmu Sosial*. Depok: Departemen Ilmu Administrasi, Fakultas Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik, Universitas Indonesia.
- Linsley, Ray K., Kohler, Max A., & Paulhus, Joseph L.H. (1986). *Hidrologi Untuk Insinyur* (Ir. Yandi Hermawan, Penerjemah). Jakarta: Erlangga.
- Pemerintah Kota Denpasar. (2008). *Laporan Status Lingkungan Hidup Kota Denpasar Tahun 2008*. Bali: Pemerintah Kota Denpasar.
- Prawijiwuri, Gitri. (2005). *Kualitas Air Saluran Inlet Perairan Situ di Kampus UI*. Depok: Skripsi Jurusan Geografi FMIPA UI.
- Rail, Chester D. (2000). *Ground Water Contamination (Contamination, Source, and Hydrology)* Vol I. USA: CRC Press.
- Rompas, M.R. (1998). *Kimia Lingkungan*. Bandung: Tarsito.

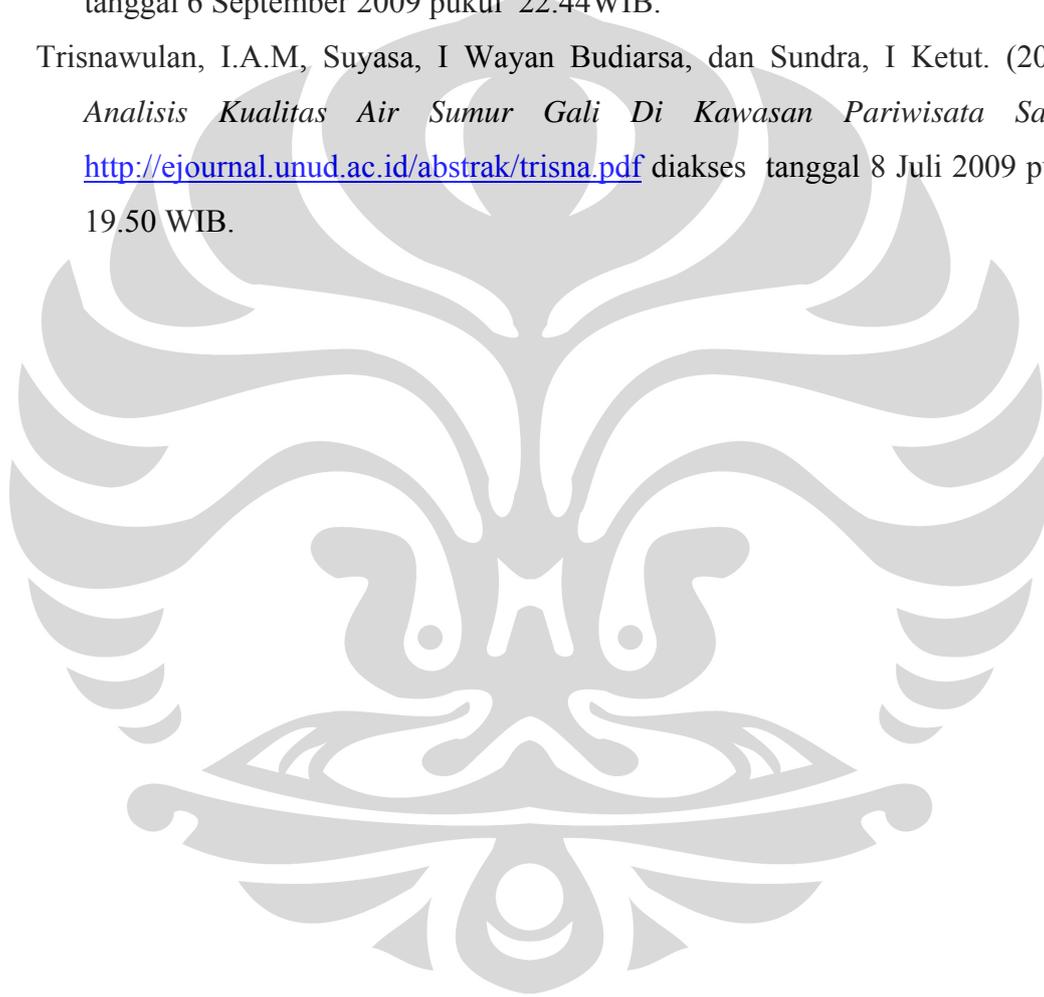
- Seyhan, Ersin. (1990). *Dasar-dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Sparks, Donald L. (2003) *Environmental Soil Chemistry*. Second edition. USA: Elsevier Science.
- Sapiie, Benyamin, dkk. (2006). *Geologi Fisik*. Bandung : ITB
- Widyastuti, M. (2006). *Pengembangan Metode Drastic untuk Prediksi Kerentanan Air Tanah Bebas Terhadap Pencemaran di Sleman*. *Majalah Geografi Indonesia*, Vol. 20, No. 1, hal. 32-50.
- Anonim. (2008). *Pasokan Air Bersih di Depok Capai 50 %*. <http://www.koranindonesia.com/2008/03/23/2015-pasokan-air-bersih-di-depok-capai-50/> diakses tanggal 6 September 2009 pukul 22.27 WIB.
- Bintoro. (1998). *Kimia Dalam Kehidupan Sehari-hari*. <http://www.scribd.com/doc/17634569/Kimia-Dalam-Kehidupan-Sehari-hari> diakses tanggal 3 Oktober 2009 pukul 6.55 WIB.
- Farabee, M.J. (2007). *The Biosphere and Mass Extinctions*. <http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/BIOBK/BioBookcycles.html>. Diakses tanggal 6 November 2009 pukul 21.31 WIB.
- Harmayani, Kadek Diana, Konsukarta, I.M.G..(2007). *Pencemaran Airtanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik di Lingkungan Kumuh (Studi Kasus Banjar Sari, Kelurahan Ubung)*. *Jurnal Permukiman Natah* Vol 5 No 2 :62-100. <http://ejournal.unud.ac.id/abstrak/microsoft%20word%20%204.%20diana-konskt-rumah%20kumuh.pdf> diakses tanggal 28 juli 2009 pukul 7.48 WIB.
- Lubis, Rachmat Fajar. (2006). *Air tanah? Apa dan bagaimana mencarinya?*. <http://rovicky.wordpress.com/2006/08/24/airtanah-apa-dan-bagaimana-mencarinya/>. Diakses tanggal 6 September 2009 pukul 22.35 WIB.
- Masduqi. (2007). *Kualitas Air Sebagai Indikator Pengolahan DAS*. <http://blog.its.ac.id/masduqi/2007/11/04/kualitas-air-sebagai-indikator-pengelolaan-daerah-pengaliran-sungai/> diakses tanggal 30 Juli 2009 pukul 11.42 WIB.
- Preul, Herbert .C.(1968). *Contaminants in Groundwaters near Waste Stabilization Ponds*. <http://www.jstor.org/stable/25036311> *Journal (Water Pollution Control Federation)*, Vol. 40, No. 4 (Apr., 1968), pp. 659-669

Published by: Water Environment Federation. Diakses pada tanggal 12 November 2009 pukul 22.27 WIB.

Saefumillah,A. 2003. Eutrofikasi (Problem Lingkungan Berskala Global). <http://www.unisosdem.org/ekopoldetail.html> diakses pada 7 November 2009 pukul 21.30 WIB.

Sundra, I Ketut. 2006. *Kualitas Air Bawah Tanah Di Wilayah Pesisir Kabupaten Badung*. <http://ejournal.unud.ac.id/abstrak/i%20ketut%20sundra.pdf>. Diakses tanggal 6 September 2009 pukul 22.44WIB.

Trisnawulan, I.A.M, Suyasa, I Wayan Budiarsa, dan Sundra, I Ketut. (2007). *Analisis Kualitas Air Sumur Gali Di Kawasan Pariwisata Sanur*. <http://ejournal.unud.ac.id/abstrak/trisna.pdf> diakses tanggal 8 Juli 2009 pukul 19.50 WIB.





106°43'55" BT

106°45'20"

106°46'45"

6°21'45" LS

6°21'45"

6°23'10"

6°23'10"

6°24'35"

6°24'35"

6°26'00"

6°26'00" LS

106°43'55"

106°45'20"

106°46'45" BT

PROVINSI BANTEN

Pondok Petir

Serua

Kedaung

Cinangka

KECAMATAN LIMO

Bojongsari Baru

Curug

Sawangan

KECAMATAN PANCORAN MAS

Bojongsari

Sawangan Baru

Duren Seribu

Bedahan

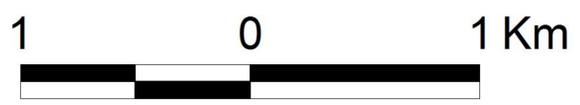
Pasir Putih

Pengasinan

Duren Mekar

KABUPATEN BOGOR

Peta 1 ADMINISTRASI KECAMATAN SAWANGAN



- LEGENDA :**
- Kantor Camat Sawangan
 - Batas Provinsi
 - Batas Kabupaten
 - Batas Kecamatan
 - Batas Kelurahan
 - Jalan Utama
 - Jalan Lokal

Sumber : Peta Rupabumi Bakosurtanal Skala 1 :10.000 Tahun 2000



106°43'55" BT

106°45'20"

106°46'45"

6°21'45" LS

6°21'45"

6°23'10"

6°23'10"

6°24'35"

6°24'35"

6°26'00"

6°26'00" LS

PROVINSI BANTEN

KECAMATAN LIMO

KECAMATAN PANCORAN MAS

KABUPATEN BOGOR

106°43'55"

106°45'20"

106°46'45" BT

Peta 2
**SEBARAN TITIK SAMPEL
 KECAMATAN SAWANGAN**



- LEGENDA :**
- Titik Sampel
 - 20 Batas Provinsi
 - - - Batas Kabupaten
 - - - - Batas Kecamatan
 - - - - - Batas Kelurahan
 - Jalan Utama
 - Jalan Lokal

Sumber :
 Survei Lapang dan Pengolahan Data 2009



106°43'55" BT

106°45'20"

106°46'45"

PROVINSI BANTEN

6°21'45" LS

6°21'45"

6°23'10"

6°23'10"

6°24'35"

6°24'35"

6°26'00"

6°26'00" LS

KECAMATAN LIMO

KECAMATAN PANCORAN MAS

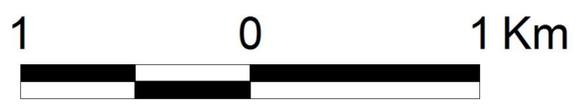
KABUPATEN BOGOR

106°43'55"

106°45'20"

106°46'45" BT

Peta 3
**PENGUNAAN TANAH
 KECAMATAN SAWANGAN**



LEGENDA :

- | | | |
|-----------|-----------------|--------------------|
| — — — | Batas Provinsi | Jenis Permukiman : |
| - - - - - | Batas Kabupaten | □ non permukiman |
| — · — · — | Batas Kecamatan | ■ teratur |
| — · — · — | Batas Kelurahan | ■ tidak teratur |
| — — — — — | Jalan Utama | |
| — — — — — | Jalan Lokal | |
| — — — — — | Sungai | |
| — — — — — | Badan Air | |

Sumber :
 Interpretasi Citra Lansat Tahun 2007 dan
 Pengolahan Data 2009



Daerah Penelitian

106°43'55" BT

106°45'20"

106°46'45"

6°21'45" LS

6°21'45"

PROVINSI BANTEN

KECAMATAN LIMO

6°23'10"

6°23'10"

KECAMATAN PANCORAN MAS

6°24'35"

6°24'35"

KABUPATEN BOGOR

6°26'00"

6°26'00" LS

106°43'55"

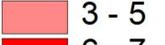
106°45'20"

106°46'45" BT

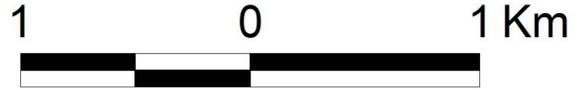
Peta 4
**KERAPATAN RUMAH
 PADA LOKASI SAMPEL
 KECAMATAN SAWANGAN**

LEGENDA :
 - - - - - Batas Kelurahan
 - - - - - Batas Kecamatan
 - - - - - Batas Kabupaten
 - - - - - Batas Provinsi

Keterangan : (unit/ ha)

	< 2		8 - 10
	3 - 5		> 11
	6 - 7		

Sumber :
 Intepretasi Citra Ikonos Tahun 2007 dan
 Pengolahan Data 2009



106°43'55" BT

106°45'20"

106°46'45"

PROVINSI BANTEN

6°21'45" LS

6°21'45"

KECAMATAN LIMO

6°23'10"

6°23'10"

KECAMATAN PANCORAN MAS

6°24'35"

6°24'35"

KABUPATEN BOGOR

6°26'00"

6°26'00" LS

106°43'55"

106°45'20"

106°46'45" BT

Peta 5

JENIS TANAH KECAMATAN SAWANGAN

LEGENDA :

- — Batas Provinsi
- - - - Batas Kabupaten
- Batas Kecamatan
- Batas Kelurahan

Keterangan :

-  Aluvial Kelabu
-  Asosiasi Latosol Coklat Kemerahan Dengan Latosol Coklat
-  Asosiasi Regosol Coklat Dengan Latosol Coklat
-  Latosol Merah

Sumber :
Peta Tanah BPT Skala 1 : 100.000 Tahun 1990



106°43'55" BT

106°45'20"

106°46'45"

6°21'45" LS

6°21'45"

6°23'10"

6°23'10"

6°24'35"

6°24'35"

6°26'00"

6°26'00" LS

106°43'55"

106°45'20"

106°46'45" BT

PROVINSI BANTEN

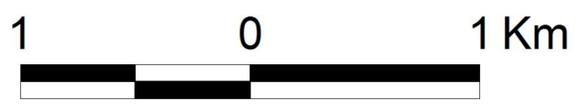
KECAMATAN LIMO

KECAMATAN PANCORAN MAS

KABUPATEN BOGOR

Peta 6

JENIS BATUAN KECAMATAN SAWANGAN



LEGENDA :

- — Batas Provinsi
- - - - Batas Kabupaten
- Batas Kecamatan
- Batas Kelurahan

Keterangan :

- Aluvium
- Batuan Gunung Api Muda
- Kipas Aluvium

Sumber :
Peta Geologi P3G Lembar 1209-4 Jakarta dan 1209-1
Skala 1 : 100000



106°43'55" BT

106°45'20"

106°46'45"

6°21'45" LS

6°21'45"

6°23'10"

6°23'10"

6°24'35"

6°24'35"

6°26'00"

6°26'00" LS

106°43'55"

106°45'20"

106°46'45" BT

PROVINSI BANTEN

KECAMATAN LIMO

KECAMATAN PANCORAN MAS

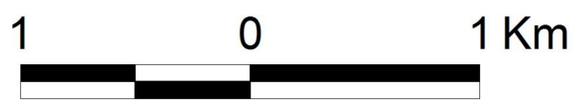
KABUPATEN BOGOR

Peta 7 KEDALAMAN MUKA AIRTANAH KECAMATAN SAWANGAN

- LEGENDA :**
- — Batas Provinsi
 - - - - Batas Kabupaten
 - Batas Kecamatan
 - Batas Kelurahan

- Keterangan :**
- < 8 m
 - 8 - 10 m
 - > 10 m

Sumber : Survei Lapangan dan Pengolahan Data 2009



Daerah Penelitian

106°43'55" BT

106°45'20"

106°46'45"

6°21'45" LS

6°21'45"

6°23'10"

6°23'10"

6°24'35"

6°24'35"

6°26'00"

6°26'00" LS

106°43'55"

106°45'20"

106°46'45" BT

PROVINSI BANTEN

KECAMATAN LIMO

KECAMATAN PANCORAN MAS

KABUPATEN BOGOR

Peta 8
**KONSENTRASI FOSFAT
 KECAMATAN SAWANGAN**



LEGENDA :

- — Batas Provinsi
- - - Batas Kabupaten
- - - Batas Kecamatan
- - - Batas Kelurahan
- Sungai
- Badan Air

Keterangan :

0 - 0.05 mg/l	0.1 - 0.2 mg/l
0.05 - 0.1 mg/l	0.2 - 1 mg/l

Sumber :
 Survei Lapangan dan Pengolahan Data 2009





Lampiran 1.

Lokasi Titik Sampel Airtanah

No Titik Sampel	X	Y	Tanggal Pengambilan Sampel	Kedalaman Muka Airtanah (m)	Nilai Konsentrasi Senyawa Fosfat (mg/l)	Waktu
1	696933.000	9291081.000	11 Oktober 2009	13.50	0.29	10:47
2	697110.000	9290636.000	11 Oktober 2009	12.00	0.02	11:11
3	697271.000	9290246.000	11 Oktober 2009	10.09	0.00	11:35
4	697064.000	9290198.000	11 Oktober 2009	11.00	0.03	12:04
5	696944.000	9289779.000	11 Oktober 2009	9.20	0.00	12:59
6	696997.000	9289085.000	11 Oktober 2009	9.23	0.25	13:20
7	697731.000	9288569.000	11 Oktober 2009	7.10	0.05	13:48
8	697761.000	9288569.000	11 Oktober 2009	7.78	0.06	13:59
9	696966.000	9288392.000	11 Oktober 2009	10.80	0.29	14:21
10	696314.000	9288417.000	11 Oktober 2009	11.00	0.24	14:39
11	696634.000	9288636.000	11 Oktober 2009	11.40	0.17	15:02
12	695808.000	9288454.000	11 Oktober 2009	4.80	0.01	15:46
13	695634.000	9288871.000	11 Oktober 2009	7.75	0.09	16:05
14	695379.000	9289329.000	11 Oktober 2009	9.28	0.07	16:24
15	696006.000	9292027.000	11 Oktober 2009	5.30	0.03	16:55
16	696362.000	9291816.000	11 Oktober 2009	15.43	0.00	17:13
17	696811.000	9291131.000	11 Oktober 2009	13.70	0.18	17:37

18	695362.000	9289864.000	18 Oktober 2009	8.75	0.00	13:05
19	695958.000	9290934.000	18 Oktober 2009	7.57	0.00	13:46
20	694210.000	9291305.000	18 Oktober 2009	8.53	0.07	14:40
21	694357.000	9291202.000	18 Oktober 2009	8.85	0.09	15:02
22	694075.000	9290606.000	18 Oktober 2009	7.60	0.12	15:42
23	693418.000	9289755.000	18 Oktober 2009	1.88	0.08	16:18
24	693881.000	9289617.000	18 Oktober 2009	8.85	0.11	16:43
25	693885.000	9289441.000	18 Oktober 2009	9.27	0.19	17:06
26	693950.000	9288922.000	18 Oktober 2009	3.38	0.16	17:22
27	693864.000	9290891.000	21 Oktober 2009	6.40	0.00	13:50
28	693551.000	9290850.000	21 Oktober 2009	7.04	0.08	14:17
29	693520.000	9291060.000	21 Oktober 2009	3.93	0.04	14:30
30	693924.000	9290534.000	21 Oktober 2009	6.16	0.09	14:58
31	693874.000	9289961.000	21 Oktober 2009	8.10	0.12	15:20
32	694265.000	9288870.000	21 Oktober 2009	3.57	0.01	15:50
33	694573.000	9289004.000	21 Oktober 2009	8.90	0.10	16:42
34	693602.000	9288836.000	21 Oktober 2009	5.57	0.00	17:06
34	694741.000	9293535.000	11 Oktober 2009	9.15	0.16	11:56
36	694133.000	9295887.000	11 Oktober 2009	15.00	0.14	11:02
37	694444.000	9295351.000	10 Oktober 2009	11.69	0.10	14:55
38	692999.000	9295814.000	18 Oktober 2009	9.00	0.09	16:31
39	694680.000	9291945.000	11 Oktober 2009	12.00	0.16	16:16
40	692795.000	9292904.000	21 Oktober 2009	9.05	0.06	13:21

41	694907.000	9296226.000	11 Oktober 2009	11.35	0.00	10:27
42	693418.000	9294576.000	18 Oktober 2009	10.43	0.08	17:27
43	690769.000	9295675.000	18 Oktober 2009	11.80	0.05	11:06
44	694679.000	9291744.000	11 Oktober 2009	10.50	0.03	15:21
45	692893.000	9293103.000	21 Oktober 2009	7.90	0.16	13:04
46	694754.000	9292831.000	11 Oktober 2009	10.20	0.45	13:04
47	691534.000	9293750.000	14 Oktober 2009	10.40	0.04	15:33
48	690829.000	9295071.000	14 Oktober 2009	12.20	0.11	16:54
49	694753.000	9292349.000	11 Oktober 2009	7.00	0.35	13:36
50	694752.000	9295945.000	10 Oktober 2009	3.70	0.17	15:51
51	693134.000	9293921.000	18 Oktober 2009	6.51	0.11	17:50
52	692316.000	9295575.000	18 Oktober 2009	6.00	0.33	14:45
53	691631.000	9292697.000	14 Oktober 2009	8.94	0.00	13:47
54	691312.000	9296428.000	18 Oktober 2009	7.40	0.01	12:14
55	693233.000	9296411.000	18 Oktober 2009	7.47	0.30	16:06
56	691951.000	9290601.000	21 Oktober 2009	6.23	0.19	15:23
57	690838.000	9295221.000	14 Oktober 2009	12.90	0.06	17:18
58	694469.000	9296061.000	10 Oktober 2009	5.37	0.38	14:25
59	694460.000	9292173.000	11 Oktober 2009	10.00	0.00	14:04
60	690996.000	9294080.000	14 Oktober 2009	22.00	0.07	16:30
61	695037.000	9292183.000	11 Oktober 2009	6.50	0.00	14:39
62	692154.000	9291509.000	21 Oktober 2009	9.70	0.23	14:43
63	693059.000	9295420.000	18 Oktober 2009	10.40	0.32	16:48

64	692000.000	9291728.000	14 Oktober 2009	2.00	0.13	13:06
65	693837.000	9295254.000	11 Oktober 2009	12.00	0.08	11:28
66	691065.000	9295936.000	18 Oktober 2009	12.00	0.17	11:47
67	692682.000	9291701.000	21 Oktober 2009	4.00	0.23	16:04
68	693395.000	9296166.000	10 Oktober 2009	8.50	0.08	13:27
69	691180.000	9293892.000	14 Oktober 2009	18.00	0.00	16:18
70	692451.000	9291562.000	18 Oktober 2009	2.54	0.10	10:21
71	691622.000	9296439.000	18 Oktober 2009	10.65	0.25	13:08
72	692461.000	9292373.000	21 Oktober 2009	6.00	0.31	13:53
73	691419.000	9293799.000	14 Oktober 2009	12.35	0.06	16:02
74	693446.000	9293754.000	21 Oktober 2009	8.05	0.00	12:36
75	691631.000	9296217.000	18 Oktober 2009	10.35	0.03	13:32
76	691551.000	9295990.000	18 Oktober 2009	11.71	0.05	12:49
77	692504.000	9295660.000	18 Oktober 2009	8.00	0.03	14:21
78	690812.000	9296162.000	18 Oktober 2009	9.25	0.05	11:27
79	694957.000	9290464.000	11 Oktober 2009	11.70	0.06	17:09
80	692685.000	9291909.000	21 Oktober 2009	5.88	0.08	14:19
81	691799.000	9292115.000	14 Oktober 2009	15.00	0.05	13:28
82	691616.000	9293294.000	14 Oktober 2009	10.00	0.03	14:58
83	691894.000	9290781.000	21 Oktober 2009	9.95	0.31	15:08
84	693472.000	9296392.000	10 Oktober 2009	7.80	0.17	12:26
85	693009.000	9295730.000	18 Oktober 2009	9.65	0.00	15:32
86	692809.000	9288587.000	25 Oktober 2009	5.75	0.04	11:33

87	692501.000	9288543.000	25 Oktober 2009	6.70	0.09	11:48
88	692175.000	9288314.000	25 Oktober 2009	9.00	0.08	12:12
89	693089.000	9288739.000	25 Oktober 2009	8.06	0.32	12:46
90	693169.000	9288720.000	25 Oktober 2009	3.50	0.44	12:57
91	692726.000	9289053.000	25 Oktober 2009	8.00	0.06	13:23
92	693111.000	9289011.000	25 Oktober 2009	6.21	0.00	14:52
93	693357.000	9288920.000	25 Oktober 2009	8.12	0.15	15:12
94	692408.000	9289388.000	25 Oktober 2009	6.43	0.14	15:44
95	692323.000	9289788.000	25 Oktober 2009	5.00	0.35	16:14
96	692000.000	9289742.000	25 Oktober 2009	5.30	0.12	16:28
97	692121.000	9290524.000	25 Oktober 2009	4.13	0.00	18:09
98	697468.000	9289030.000	27 Oktober 2009	9.65	0.00	11:12
99	697709.000	9289406.000	27 Oktober 2009	10.50	0.09	11:33
100	697544.000	9288223.000	27 Oktober 2009	4.82	0.04	12:02
101	697184.000	9288253.000	27 Oktober 2009	8.00	0.45	12:29
102	696188.000	9288034.000	27 Oktober 2009	6.00	0.19	14:12
103	695358.000	9288387.000	27 Oktober 2009	6.38	0.15	15:04
104	696066.000	9289344.000	27 Oktober 2009	2.30	0.17	15:41
105	696045.000	9288931.000	28 Oktober 2009	10.10	0.16	11:04
106	696467.000	9289147.000	28 Oktober 2009	10.86	0.00	11:36
107	696114.000	9290011.000	28 Oktober 2009	3.34	0.12	12:04
108	696601.000	9289747.000	28 Oktober 2009	7.80	0.17	12:18
109	696766.000	9290091.000	28 Oktober 2009	10.20	0.27	12:47

110	695233.000	9289541.000	28 Oktober 2009	6.10	0.10	14:09
111	695716.000	9289834.000	28 Oktober 2009	9.30	0.06	14:33
112	695514.000	9290399.000	28 Oktober 2009	8.30	0.06	15:11
113	694084.000	9296040.000	31 Oktober 2009	10.70	0.25	12:48
114	694282.000	9296201.000	31 Oktober 2009	10.75	0.00	13:28
115	694264.000	9295964.000	31 Oktober 2009	6.27	0.05	13:46
116	694567.000	9295528.000	31 Oktober 2009	9.51	0.22	14:08
117	694989.000	9295499.000	31 Oktober 2009	6.95	0.07	15:48
118	694749.000	9295220.000	31 Oktober 2009	7.90	0.14	16:23
119	695053.000	9294740.000	3 November 209	10.20	0.02	10:33
120	694384.000	9294692.000	3 November 209	6.30	0.22	11:28
121	694135.000	9294957.000	3 November 209	10.63	0.07	12:03
122	694419.000	9295109.000	3 November 209	6.00	0.00	12:41
123	693470.000	9295909.000	3 November 209	9.92	0.13	14:14
124	694045.000	9295742.000	3 November 209	10.87	0.01	14:32
125	694396.000	9295696.000	3 November 209	9.79	0.26	14:55
126	695338.000	9296208.000	3 November 209	12.75	0.09	15:45
127	695098.000	9295786.000	3 November 209	11.70	0.00	16:08
128	694800.000	9294981.000	3 November 209	9.55	0.34	16:43
129	694805.000	9294394.000	3 November 209	9.85	0.12	17:10
130	695780.000	9290816.000	5 November 209	7.50	0.22	10:48
131	695497.000	9290756.000	5 November 209	10.95	0.07	11:14
132	695997.000	9291791.000	5 November 209	11.15	0.06	11:41

133	694949.000	9293297.000	5 November 209	9.90	0.08	13:26
134	694863.000	9293228.000	5 November 209	9.40	0.17	13:41
135	695130.000	9293407.000	5 November 209	12.20	0.08	14:03
136	694524.000	9293629.000	5 November 209	8.00	0.08	14:36
137	694254.000	9294029.000	5 November 209	8.60	0.18	15:32
138	693828.000	9294606.000	5 November 209	10.50	0.10	15:48
139	693848.000	9294782.000	5 November 209	11.15	0.18	16:06
140	693598.000	9295373.000	5 November 209	7.44	0.48	16:53
141	694442.000	9293105.000	5 November 209	6.30	0.18	17:32
142	692354.000	9292674.000	31 November 209	3.90	0.02	10:33
143	691458.000	9295210.000	31 November 209	10.90	0.01	12:37
144	691821.000	9295062.000	31 November 209	10.00	0.99	12:09
145	692021.000	9292607.000	31 November 209	9.00	0.12	9:37
146	691925.000	9294840.000	31 November 209	5.00	0.07	11:52
147	692235.000	9293620.000	31 November 209	2.95	0.05	11:17
148	691505.000	9295770.000	31 November 209	12.00	0.10	13:06
149	691445.000	9295563.000	31 November 209	10.33	0.24	12:49
150	692108.000	9294488.000	31 November 209	6.17	0.13	11:39
151	692278.000	9293450.000	31 November 209	3.54	0.16	11:08
152	692292.000	9293082.000	31 November 209	12.00	0.07	10:49
153	690745.000	9294038.000	14 Noveber 2009	16.80	0.21	12:17
154	690734.000	9294177.000	14 Noveber 2009	18.00	0.30	14:12
155	697786.000	9288548.000	14 Noveber 2009	15.00	0.05	12:28

156	697967.000	9288571.000	15 Noveber 2009	2.10	0.15	15:30
157	690695.000	9293804.000	15 Noveber 2009	1.10	0.02	15:36
158	690794.000	9293925.000	15 Noveber 2009	3.33	0.20	17:08
159	690670.000	9293841.000	16 Noveber 2009	1.25	0.45	9:30
160	697805.000	9289395.000	16 Noveber 2009	1.50	0.01	10:05



Uji Kolmogorov Untuk Semua Variabel

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Konsentrasi Fosfat
N		160
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.1281
	Std. Deviation	.13037
Most Extreme Differences	Absolute	.163
	Positive	.142
	Negative	-.163
Kolmogorov-Smirnov Z		2.060
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		jenistanah
N		160
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	3.3250
	Std. Deviation	1.05538
Most Extreme Differences	Absolute	.389
	Positive	.261
	Negative	-.389
Kolmogorov-Smirnov Z		4.918
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Muka Air Tanah
N		160
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	8.6083
	Std. Deviation	3.44389
Most Extreme Differences	Absolute	.069
	Positive	.069
	Negative	-.047
Kolmogorov-Smirnov Z		.868
Asymp. Sig. (2-tailed)		.439

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		jenisbatuan
N		160
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1.7438
	Std. Deviation	.47908
Most Extreme Differences	Absolute	.429
	Positive	.278
	Negative	-.429
Kolmogorov-Smirnov Z		5.422
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.

Uji Kolmogorov Untuk Semua Variabel

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR00004
N		160
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	6.7750
	Std. Deviation	4.48330
Most Extreme Differences	Absolute	.144
	Positive	.144
	Negative	-.099
Kolmogorov-Smirnov Z		1.817
Asymp. Sig. (2-tailed)		.003

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		jarakkepe rtanian
N		33
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	105.5152
	Std. Deviation	58.92003
Most Extreme Differences	Absolute	.177
	Positive	.177
	Negative	-.114
Kolmogorov-Smirnov Z		1.016
Asymp. Sig. (2-tailed)		.253

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Lampiran 3

Perhitungan Person's Product Moment antara Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³ dengan Jarak ke Lahan Pertanian

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
jarakkepertanian	105.5152	58.92003	33
fosfattinggi	.3255	.14292	33

Correlations

		jarakkepe rtanian	fosfattinggi
jarakkepertanian	Pearson Correlation	1	.000
	Sig. (2-tailed)		.998
	N	33	33
fosfattinggi	Pearson Correlation	.000	1
	Sig. (2-tailed)	.998	
	N	33	33

Perhitungan ANOVA antara Jenis Tanah dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³

Descriptives

Konsentrasi Fosfat								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Aluvial Kelabu	19	.1211	.13437	.03083	.0563	.1858	.01	.48
Asosi Regosol Coklat	14	.0779	.09799	.02619	.0213	.1344	.00	.29
Asosiasi Latosol Coklat Kemera	23	.1361	.11567	.02412	.0861	.1861	.00	.45
Latosol Merah	104	.1344	.13639	.01337	.1079	.1609	.00	.99
Total	160	.1281	.13037	.01031	.1078	.1485	.00	.99

ANOVA

Test of Homogeneity of Variances

Konsentrasi Fosfat			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.146	3	156	.932

Konsentrasi Fosfat					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.042	3	.014	.819	.485
Within Groups	2.660	156	.017		
Total	2.702	159			

Perhitungan ANOVA antara Jenis Batuan dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³

Descriptives

phosfatbaru

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Aluvium	44	.1452	.16792	.02532	.0942	.1963	.00	.99
Kipas Aluvium	113	.1226	.11426	.01075	.1013	.1439	.00	.48
Batuan Gunung Api Muda	3	.0867	.05508	.03180	-.0501	.2235	.05	.15
Total	160	.1281	.13037	.01031	.1078	.1485	.00	.99

ANOVA

Test of Homogeneity of Variances

phosfatbaru

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.169	2	157	.313

phosfatbaru

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.022	2	.011	.630	.534
Within Groups	2.681	157	.017		
Total	2.702	159			

Perhitungan ANOVA antara Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³

Descriptives

Konsentrasi Fosfat

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
kerapatan sangat rendah	21	.1481	.13363	.02916	.0873	.2089	.00	.45
kerapatan rendah	43	.1442	.16682	.02544	.0928	.1955	.00	.99
kerapatan sedang	40	.1330	.12064	.01908	.0944	.1716	.00	.48
kerapatan tinggi	22	.1123	.11080	.02362	.0631	.1614	.00	.38
kerapatan sangat tinggi	34	.1000	.09503	.01630	.0668	.1332	.00	.45
Total	160	.1281	.13037	.01031	.1078	.1485	.00	.99

Test of Homogeneity of Variances

Konsentrasi Fosfat

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.118	4	155	.350

ANOVA

Konsentrasi Fosfat

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.053	4	.013	.773	.544
Within Groups	2.649	155	.017		
Total	2.702	159			

Perhitungan ANOVA antara Kedalaman Muka Airtanah dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³

Descriptives

fosfat160

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
> 8 m	64	.1341	.12031	.01504	.1040	.1641	.00	.48
8 - 10 m	42	.1407	.17069	.02634	.0875	.1939	.00	.99
> 10 m	54	.1113	.10385	.01413	.0830	.1396	.00	.45
Total	160	.1281	.13037	.01031	.1078	.1485	.00	.99

ANOVA

fosfat160

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.024	2	.012	.710	.493
Within Groups	2.678	157	.017		
Total	2.702	159			

Perhitungan Person's Product Moment antara Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³

Pada Jenis Batuan Kipas Aluvium

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
fosfatkipasaluvium	.1226	.11426	113
krptnkipasaluvium	7.3451	4.75990	113

Correlations

		fosfatkipa saluvium	krptnkipa saluvium
fosfatkipasaluvium	Pearson Correlation	1	-.110
	Sig. (2-tailed)		.244
	N	113	113
krptnkipasaluvium	Pearson Correlation	-.110	1
	Sig. (2-tailed)	.244	
	N	113	113

**Perhitungan Person's Product Moment antara Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³
Pada Jenis Batuan Aluvium**

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
fosfataluvium	.1452	.16792	44
aluviumkerptn	5.3636	3.51800	44

Correlations

		fosfataluvium	aluviumkerptn
fosfataluvium	Pearson Correlation	1	-.126
	Sig. (2-tailed)		.415
	N	44	44
aluviumkerptn	Pearson Correlation	-.126	1
	Sig. (2-tailed)	.415	
	N	44	44

**Perhitungan Person's Product Moment antara Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³
Pada Jenis Tanah Latosol Merah**

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
fosfatlatmer	.1344	.13639	104
kerapatanlatmer	41.6635	24.99771	104

Correlations

		fosfatlatmer	kerapatanlatmer
fosfatlatmer	Pearson Correlation	1	-.193*
	Sig. (2-tailed)		.050
	Sum of Squares and Cross-products	1.916	-67.685
	Covariance	.019	-.657
	N	104	104
kerapatanlatmer	Pearson Correlation	-.193*	1
	Sig. (2-tailed)	.050	
	Sum of Squares and Cross-products	-67.685	64363.221
	Covariance	-.657	624.886
	N	104	104

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**Perhitungan Person's Product Moment antara Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³
Pada Jenis Tanah Aluvium Kelabu**

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
fosfतालुवiumkelabu	.1211	.13437	19
kerapatanak	41.4737	46.20771	19

Correlations

		fosfतालुवiumkelabu	kerapatanak
fosfतालुवiumkelabu	Pearson Correlation	1	-.167
	Sig. (2-tailed)		.495
	Sum of Squares and Cross-products	.325	-18.619
	Covariance	.018	-1.034
	N	19	19
kerapatanak	Pearson Correlation	-.167	1
	Sig. (2-tailed)	.495	
	Sum of Squares and Cross-products	-18.619	38432.737
	Covariance	-1.034	2135.152
	N	19	19

**Perhitungan Person's Product Moment antara Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³
Pada Jenis Tanah Asosiasi Regosol Coklat dengan Latosol Coklat**

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
fosfatarcdlat	.0779	.09799	14
kerapatanarcldlat	40.6429	15.41531	14

Correlations

		fosfatarcdlat	kerapatan arcldlat
fosfatarcdlat	Pearson Correlation	1	.284
	Sig. (2-tailed)		.326
	Sum of Squares and Cross-products	.125	5.569
	Covariance	.010	.428
	N	14	14
kerapatanarcldlat	Pearson Correlation	.284	1
	Sig. (2-tailed)	.326	
	Sum of Squares and Cross-products	5.569	3089.214
	Covariance	.428	237.632
	N	14	14

Perhitungan Person's Product Moment antara Kerapatan Rumah dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³ Pada Jenis Tanah

Asosiasi Latosol Coklat Kemerahan dengan Laterit Airtanah

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
fosfatalck	.1361	.11567	23
kerapatanalck	47.7391	28.77691	23

Correlations

		fosfatalck	kerapatanalck
fosfatalck	Pearson Correlation	1	.068
	Sig. (2-tailed)		.757
	N	23	23
kerapatanalck	Pearson Correlation	.068	1
	Sig. (2-tailed)	.757	
	N	23	23

**Perhitungan Person's Product Moment
antara Kedalaman Muka Airtanah
dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³
Pada Jenis Batuan Kipas Aluvium**

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
fosfat	.1236	.11427	112
mat	8.7808	3.16626	112

Correlations

		fosfat	mat
fosfat	Pearson Correlation	1	-.119
	Sig. (2-tailed)		.210
	Sum of Squares and Cross-products	1.449	-4.791
	Covariance	.013	-.043
	N	112	112
mat	Pearson Correlation	-.119	1
	Sig. (2-tailed)	.210	
	Sum of Squares and Cross-products	-4.791	1112.801
	Covariance	-.043	10.025
	N	112	112

**Perhitungan Person's Product Moment
antara Kedalaman Muka Airtanah
dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³
Pada Jenis Batuan Aluvium**

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
fosftaluvium	.1410	.16403	42
mataluvium	8.6940	3.57639	42

Correlations

		fosftaluvium	mataluvium
fosftaluvium	Pearson Correlation	1	.102
	Sig. (2-tailed)		.521
	Sum of Squares and Cross-products	1.103	2.451
	Covariance	.027	.060
	N	42	42
mataluvium	Pearson Correlation	.102	1
	Sig. (2-tailed)	.521	
	Sum of Squares and Cross-products	2.451	524.413
	Covariance	.060	12.791
	N	42	42

**Perhitungan Person's Product Moment
antara Kedalaman Muka Airtanah
dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³
Pada Jenis Batuan Gunung Api Muda**

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
matbgam	8.2933	6.46530	3
fosfatbgam	.0867	.05508	3

Correlations

		matbgam	fosfatbgam
matbgam	Pearson Correlation	1	-.877
	Sig. (2-tailed)		.319
	N	3	3
fosfatbgam	Pearson Correlation	-.877	1
	Sig. (2-tailed)	.319	
	N	3	3

**Perhitungan Person's Product Moment
antara Kedalaman Muka Airtanah
dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³
Pada Jenis Tanah Latosol Merah**

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
fosfatlatmer	.1344	.13639	104
matlatmer	8.5647	3.38588	104

Correlations

		fosfatlatmer	matlatmer
fosfatlatmer	Pearson Correlation	1	-.025
	Sig. (2-tailed)		.802
	Sum of Squares and Cross-products	1.916	-1.186
	Covariance	.019	-.012
	N	104	104
matlatmer	Pearson Correlation	-.025	1
	Sig. (2-tailed)	.802	
	Sum of Squares and Cross-products	-1.186	1180.813
	Covariance	-.012	11.464
	N	104	104

Perhitungan Person's Product Moment antara Kedalaman Muka Airtanah dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³ Pada Jenis Tanah Asosiasi Regosol Coklat dengan Latosol Coklat

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
fosfatarcdlat	.0779	.09799	14
matarcdlat	11.0021	3.01665	14

Correlations

		fosfatarcdlat	matarcdlat
fosfatarcdlat	Pearson Correlation	1	.353
	Sig. (2-tailed)		.216
	Sum of Squares and Cross-products	.125	1.356
	Covariance	.010	.104
	N	14	14
matarcdlat	Pearson Correlation	.353	1
	Sig. (2-tailed)	.216	
	Sum of Squares and Cross-products	1.356	118.303
	Covariance	.104	9.100
	N	14	14

Perhitungan Person's Product Moment antara Kedalaman Muka Airtanah dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³ Pada Jenis Tanah Aluvial Kelabu

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
fosfataluviumkelabu	.1211	.13437	19
matak	7.1942	4.27397	19

Correlations

		fosfataluvi umkelabu	matak
fosfataluviumkelabu	Pearson Correlation	1	-.209
	Sig. (2-tailed)		.391
	Sum of Squares and Cross-products	.325	-2.157
	Covariance	.018	-.120
	N	19	19
matak	Pearson Correlation	-.209	1
	Sig. (2-tailed)	.391	
	Sum of Squares and Cross-products	-2.157	328.803
	Covariance	-.120	18.267
	N	19	19

**Perhitungan Person's Product Moment antara
Kedalaman Muka Airtanah
dengan Konsentrasi Fosfat (PO₄)⁻³
Pada Jenis Tanah Asosiasi Latosol Coklat
Kemerahan Dengan Laterit Airtanah**

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
matalck	8.5165	2.51604	23
fosfatalck	.1361	.11567	23

Correlations

		matalck	fosfatalck
matalck	Pearson Correlation	1	-.024
	Sig. (2-tailed)		.912
	N	23	23
fosfatalck	Pearson Correlation	-.024	1
	Sig. (2-tailed)	.912	
	N	23	23

Jarak Titik Sampel Ke Lahan Pertanian

X	Y	Fosfat	Jarak Ke Lahan Pertanian (m)
696933.000	9291081.000	0.29	95
696997.000	9289085.000	0.25	78
696966.000	9288392.000	0.29	76
696314.000	9288417.000	0.24	33
694754.000	9292831.000	0.45	234
694753.000	9292349.000	0.35	72
692316.000	9295575.000	0.33	77
693233.000	9296411.000	0.30	130
694469.000	9296061.000	0.38	120
692154.000	9291509.000	0.23	138
693059.000	9295420.000	0.32	189
692682.000	9291701.000	0.23	143
691622.000	9296439.000	0.25	270
692461.000	9292373.000	0.31	58
691894.000	9290781.000	0.31	190
693089.000	9288739.000	0.32	87
693169.000	9288720.000	0.44	75
692323.000	9289788.000	0.35	181
697184.000	9288253.000	0.45	57
696766.000	9290091.000	0.27	81
694084.000	9296040.000	0.25	178
694567.000	9295528.000	0.22	134
694384.000	9294692.000	0.22	63
694396.000	9295696.000	0.26	90
694800.000	9294981.000	0.34	104
695780.000	9290816.000	0.22	15
693598.000	9295373.000	0.48	74
691821.000	9295062.000	0.99	110
691445.000	9295563.000	0.24	82
690745.000	9294038.000	0.21	73
690734.000	9294177.000	0.30	68
690794.000	9293925.000	0.20	94
690670.000	9293841.000	0.45	13

Dokumentasi Kegiatan Survey Lapangan



Foto 1.
Sampel Sumur Gali Di Kelurahan Kedaung
pada kordinat 693472 mT dan 9296392 mU



Foto 2.
Sampel Sumur Gali Di Kelurahan Kedaung
pada kordiant 693395 mT dan 9296166 mU



Foto 3.
Sampel Sumur Gali Pada Kordinat 693472 mT
dan 9296392 mU



Foto 4.
Sampel Sumur Gali Pada Kordinat 692292
mT dan 9293082 mU



Foto 5.
Sampel Sumur Gali Pada Kordinat 691894 mT
dan 9290781 mU



Foto 6.
Sampel Sumur Gali Pada Kordinat 691821 mT
dan 9295062 mU