

Penelitian Hidrogeologi

Sari Bahagiarti K.

UPN “Veteran” Yogyakarta

Topik-topik yang Dapat Diangkat

- Pengaruh kondisi geologi terhadap hidrogeologi
- Pengaruh lingkungan terhadap neraca air
- Pengaruh lingkungan terhadap kualitas airtanah
- Dampak kejadian bencana terhadap sistem hidrogeologi
- Karakterisasi sistem hidrogeologi suatu kawasan
- Pemodelan sistem hidrogeologi, aliran airtanah, transport polutan
- Pengelolaan, pendayagunaan airtanah
- Dan lain-lain

Berdasarkan pelaksanaannya, metode penelitian yang dapat diterapkan:

- Diskriptif
- Survei
- Komparatif
- Studi Kasus
- Korelasional
- Penelitian Tindakan

Berdasarkan Latar Belakang Keilmuan

- Penelitian Geografis dan Lingkungan
- Penelitian Geologis, Hidrogeologis
- Penelitian Hidrologis,
Meteorologis/Klimatologis

Geografis dan Lingkungan

- Menggunakan pendekatan geografi meliputi pendekatan keruangan, pendekatan lingkungan dan pendekatan kewilayahan.
- Pendekatan keruangan ditunjukkan oleh cara pandang terhadap lokasi penelitian, dimana wilayah kajian dipandang sebagai satu kesatuan ruang.
- Pendekatan lingkungan ditunjukkan dengan identifikasi terhadap kondisi geofisik, sosial, budaya yang ada di lokasi
- Konsep geografi yang digunakan antara lain meliputi lokasi, jarak, aksesibilitas, pola, interaksi, keterkaitan ruang, dan diferensiasi area dalam ruang.

Geologis

- Pendekatan geologis digunakan untuk mengetahui dan memahami:
 - Kondisi geologi regional dan geologi daerah penelitian
 - Keberadaan dan persebaran macam-macam batuan serta struktur geologi
 - Kondisi topografi, morfologi, dan topografi
 - Kondisi hidrogeologis: sebaran akuifer, akuitar, akuiklud, ataupun akuifug
 - Kondisi daerah resapan (*recharge*), dan daerah luahan (*discharge*)

Penggunaan Data

- Data Primer: digunakan untuk mendapatkan informasi dari lapangan atau tempat penelitian pengamatan langsung (observasi), pengukuran, pengujian, pengambilan sampel, meliputi
 - Kondisi hidrogeologis dan klimatologis: system pengeringan, pola aliran permukaan, mata-air, sumber air alami lainnya, sumur
 - Kondisi geologi: geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi
- Data Sekunder: digunakan untuk mendapatkan informasi tentang penelitian terdahulu, data penunjang lain yang dapat diperoleh dari lembaga/stasiun pengamatan tertentu, meliputi: Peta-peta, citra, data klimatologis (curah hujan, evapotranspirasi, dll)

Data Sekunder yang Diperlukan

- Citra:
 - Citra Satelit
 - Foto Udara
- Peta-peta:
 - Peta Topografi/Rupa Bumi
 - Geologi regional dan lokal
 - Peta Geomorfologi regional dan lokal
 - Peta Hidrogeologi terdahulu
 - Peta Tata guna Lahan
- Data Curah Hujan
- Data Evapotranspirasi

Data Geologis yang diperlukan:

- Jenis, macam batuan dan persebarannya
- Susunan stratigrafis batuan
- Struktur geologi: kemiringan lapisan, foliasi, kekar, sesar, lipatan, dan persebarannya
- Geomorfologi, kemiringan lereng

Penyajian Data dan Hasil Analisis

- Penyajian data dan hasil analisis dalam penelitian hidrogeologi dapat disajikan dalam bentuk:
 - Tabel
 - Bagan
 - Grafik
 - Gambar
 - Peta

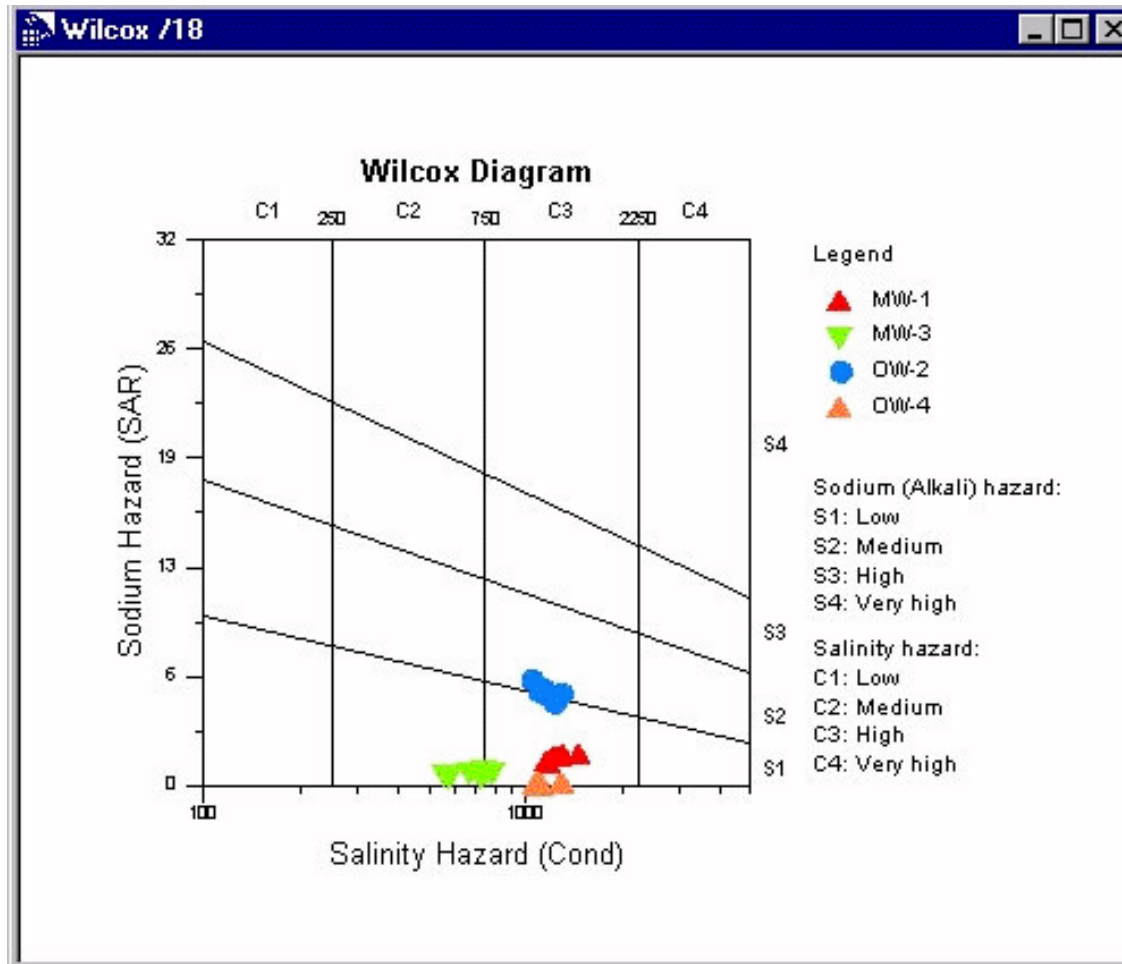
Contoh Tabel

STASIUN	T A H U N / C U R A H H U J A N (mm)				
	1994	1995	1996	1997	1998
Panggung	1401	2850	2030	808	2980
Paliyan	1034	2901	1671	1033	1677
Playen	2943	3349	2393	1520	4581
Wonosari	1332	2612	1611	1032	4399
Semanu	1245	2158	1299	1029	1792
Ponjong	1454	2920	1579	1061	1858
Rongkop	1258	2805	1631	1045	2195
Tepus	3139	5717	3348	1986	4399

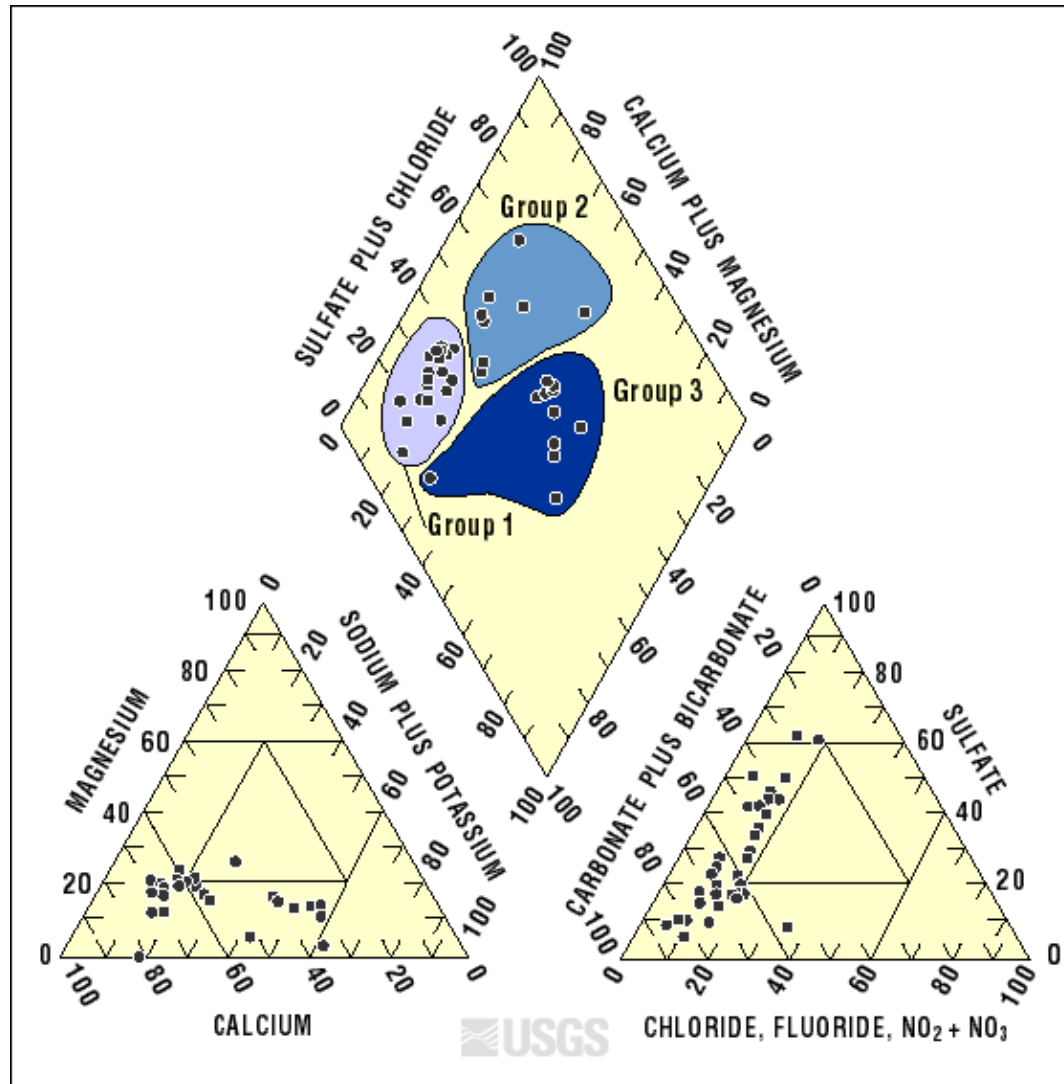
Bagan



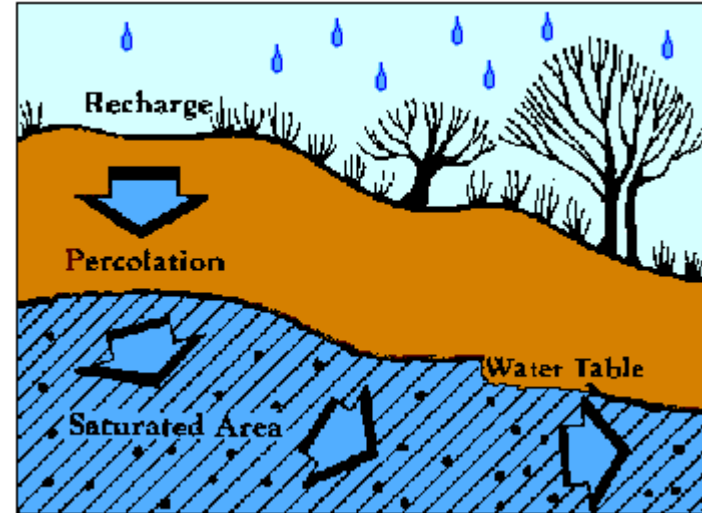
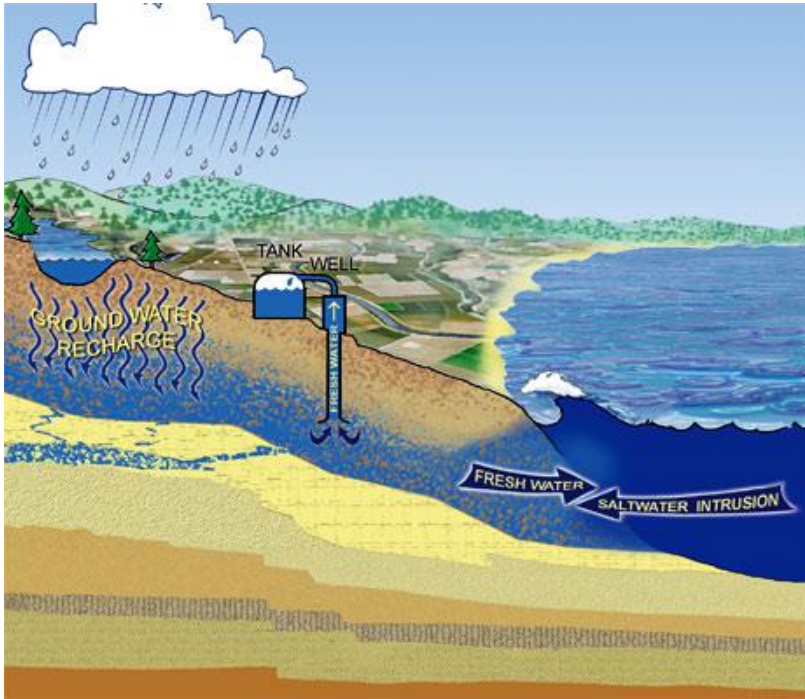
Grafik: Diagram Wilcox



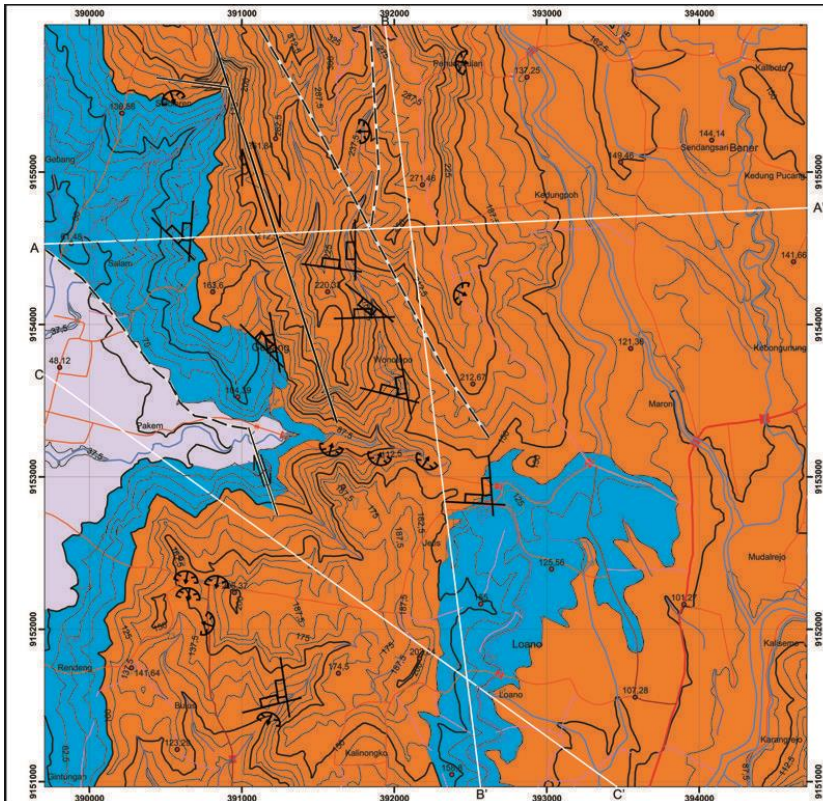
Contoh: hasil plot hidrokimia dalam Diagram Piper



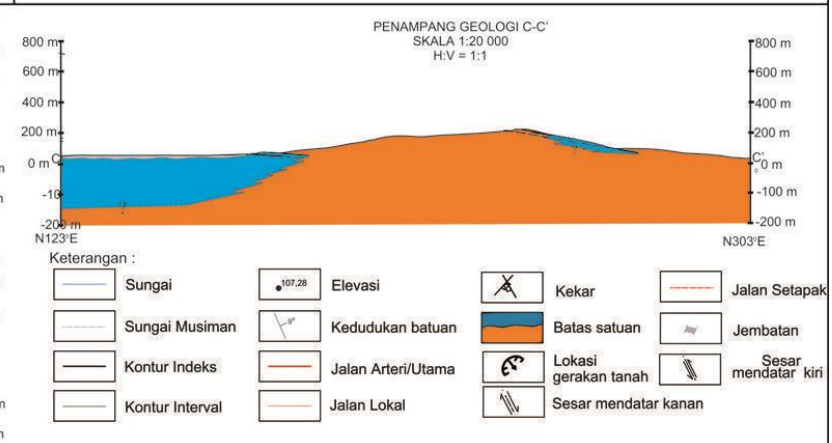
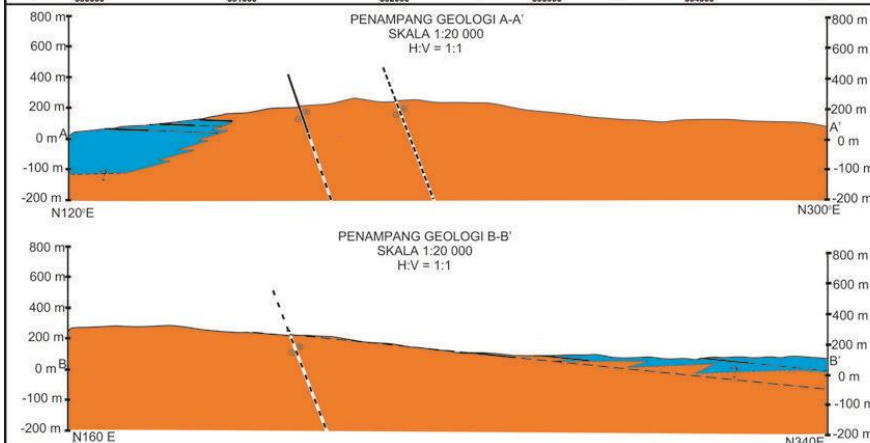
Gambar



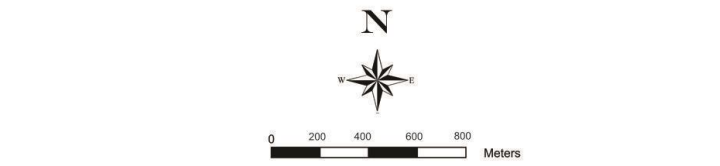
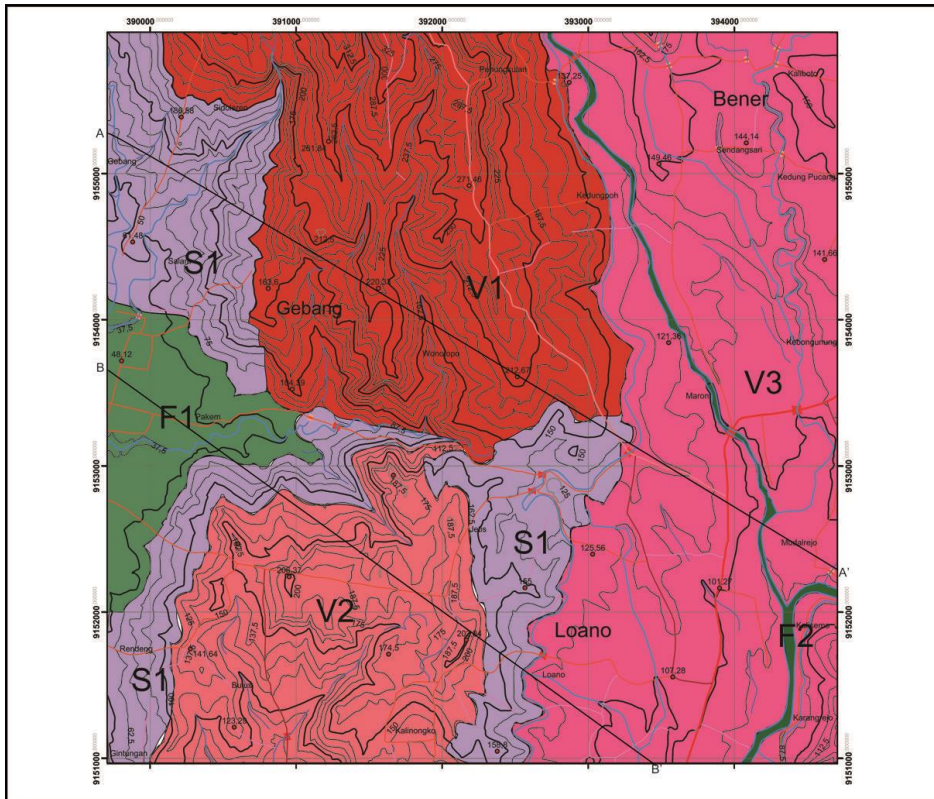
Peta Geologi



Umur Geologi		Lito-starigrafi	Satuan Batuan	Keterangan
Kuartar	Holosen		Endapan Aluvial	terdiri dari material lepas, berukuran lempung hingga bongkah
	Pliosen		Batugamping Sentolo	terdiri dari batugamping berlapis, dan kalkarenit
Miosen	Akhir			
	Tengah			
Tersier	Awal		Breksi Vulkanik Kaligesing - Dukuh	terdiri dari breksi vulkanik dengan fragmen andesit, dan breksi polimik di bagian atas
	Oligosen	Akhir		

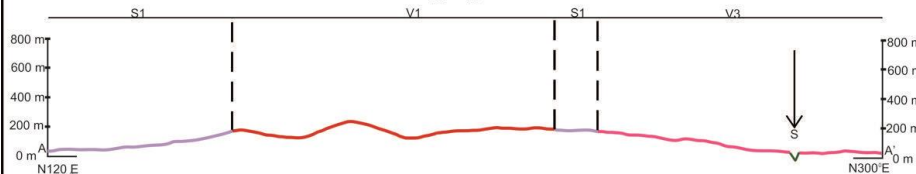


Peta Geomorfologi

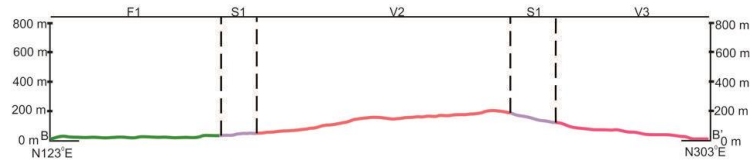


Satuan Bentuk Lahan		Dataran Aluvial (F1)	Talud Sungai (F2)	Lembah Homoklin (S1)	Punggungan Vulkanik (V1)	Perbukitan Vulkanik (V2)	Dataran Vulkanik Terdenudasi (V3)
Aspek-Aspek Geomorfologi	Morfografi	Dataran	Sungai	Lembah	Punggungan	Perbukitan	Dataran
	Kelerengan	kelerengan 2-4° (Landai)	kelerengan 2-4° (Landai)	kelerengan 4-16° (miring sampai agak curam)	kelerengan 8-35° (agak curam sampai curam)	kelerengan 8-35° (agak curam sampai curam)	kelerengan 0-04° (Landai-datar)
	Elevasi	ketinggian 35-60m	kedalaman 1-2m	ketinggian 75-163m	ketinggian 163-325m	ketinggian 125-200m	ketinggian 100-150m
	Relief (m)	<5 Topografi datar-hampir datar	<5 Topografi datar-hampir datar	5-78 Topografi bergelombang-berlereng miring	5-78 Topografi bergelombang-berlereng terjal	5-78 Topografi bergelombang-berlereng terjal	0-12 Topografi datar-bergelombang
	Pola pengaliran	Ractangular	Denritik	Subdenritik & Rectangular	Subdenritik	Subdenritik & Rectangular	Denritik
	Bentuk lembah	U	U	V	V	V	U
	Luasan pada daerah penelitian	7 %	3 %	20 %	25 %	15 %	30 %
Morfogenesis	Resistensi	Lemah	Lemah-sedang	Sedang	Sedang-Kuat	Sedang-kuat	Lemah-sedang
	Morfostuktur aktif	-	Kelurusan	- Pengangkatan - Sesar dan kekar	- Pengangkatan - Sesar dan kekar	- Pengangkatan - Kekar	- Pengangkatan - Kelurusan
	Morfostuktur pasif	Material lepas	Material lepas	Batuan berbutir sedang (Batugamping pasiran)	Batuan berbutir kasar (Breksi Vulkanik)	Batuan berbutir kasar (Breksi Vulkanik)	Batuan berbutir kasar (Breksi Vulkanik)
Morfostuktur dinamik	Proses Fluviatil	Proses Fluviatil	Pelapukan dan Erosi sedang	Pelapukan dan Erosi lemah	Pelapukan dan Erosi lemah	Pelapukan dan Erosi kuat	
Bentuk Asal		Fluvial	Fluvial	Struktural	Vulkanik	Vulkanik	Vulkanik

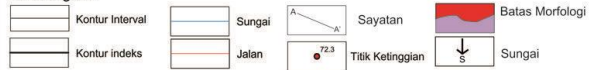
PENAMPANG GEOMORFOLOGI SAYATAN A-A' SKALA 1:20 000 H.V = 1:1



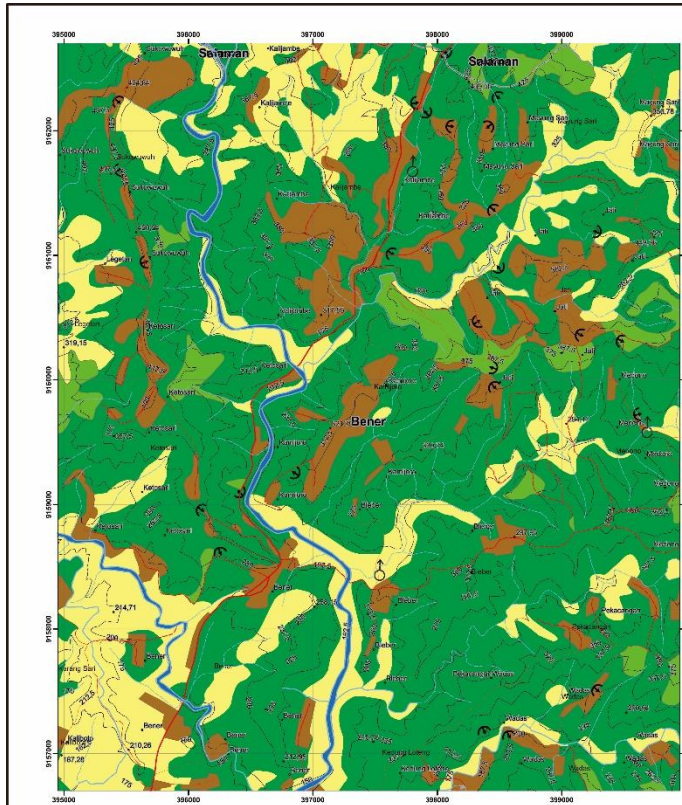
PENAMPANG GEOMORFOLOGI SAYATAN B-B' SKALA 1:20 000 H.V = 1:1



Keterangan :



Peta Tata Guna Lahan



JURUSAN TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA
2017



PETA TATA GUNA LAHAN
KECAMATAN BENER DAN SEKITARNYA,
KABUPATEN PURWOREJO,
PROVINSI JAWA TENGAH



SKALA 1 : 20.000
0 500 1.000 Meters

OLEH :
YANUAR NURSANI INDRIANI
111.130.148

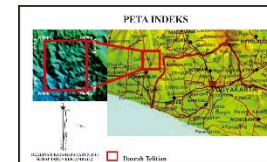
LEGENDA:

SIMBOL	TATAGUNA LAHAN	KETERANGAN
	Pemukiman	Tataguna lahan ini merupakan kompleks perumahan yang menjadi tempat tinggal warga. tataguna lahan ini tesber discoruh dechab telitian. berada pada daerah dengan kemiringan agak curam dan beberapa pada daerah yang berlereng miring. Dalam area telitian menampati luasan 8%.
	Ladang	Pada tataguna lahan ini difungsikan sebagai area bercocok tanam pangan seperti cabai rawit, cabai, singkong, rumpuk sebagai pakan ternak. Dalam area telitian menampati lereng lereng curam-miring dan menampati luasan 5%
	Perkebunan	Pada tataguna lahan ini difungsikan sebagai perkebunan yang ditanami dengan komoditas industri seperti plaus, cengkeh, sengan dan beberapa jenis tanaman berbatang keras. Dalam area telitian terletak pada daerah lereng dan perbukitan yang curam dan menampati 70% luasan.
	Sawah	Pada tata guna lahan ini difungsikan sebagai area cocok tanam padi. terletak pada daerah yang memiliki kemiringan agak curam dengan sistem terasering. Dalam area penelitian menampati 13% luasan
	Sungai	Tataguna lahan ini merupakan sungai besar yang berada pada kemiringan kereng agak curam sampai miring. Lahan ini menampati 4% dari luasan.

Sumber : BAKOSURJANAL Tahun 2007

KETERANGAN :

	Langsor		Batas Administrasi Kecamatan
	Mata air		Jalan (A) Jalan Setapak (B) & Jembatan (C)
	Indeks Kenur		Alur Liar (A) & Sungai (B)
	Titik Ketinggian		



PEMETAAN HIDROGEOLOGI

Tahapan Pemetaan Hidrogeologi

- Tahap Persiapan
- Tahap Pekerjaan Lapangan
- Tahap Pengambilan Sampel
- Tahap Pengujian
- Tahap Analisis Data
- Tahap Pembuatan Peta
- Tahap Penyusunan Laporan

Tahap Persiapan

- Koleksi data yang telah ada
 - Data geologi
 - Data hidrogeologi
 - Data klimatologi
 - Data penginderaan jauh
 - Data lingkungan
 - Kepustakaan dari penelitian terdahulu
- Studi Pustaka
- Analisis data sekunder

Tahap Pekerjaan Lapangan

- Pemetaan penyebaran batuan, struktur geologi, dan geomorfologi (Jika peta geologi sudah tersedia, maka kegiatan yang perlu dilakukan adalah cek lapangan)
- Pemetaan keberadaan mata-air dan sumur
- Pengukuran elevasi muka airtanah
- Pengukuran debit aliran pada sumber-sumber air
- Pemetaan penyebaran akifer
- Penentuan perilaku akifer (Konduktivitas Hidrolika (K), porositas (n), infiltrasi)

Tahap Pengambilan Sampel

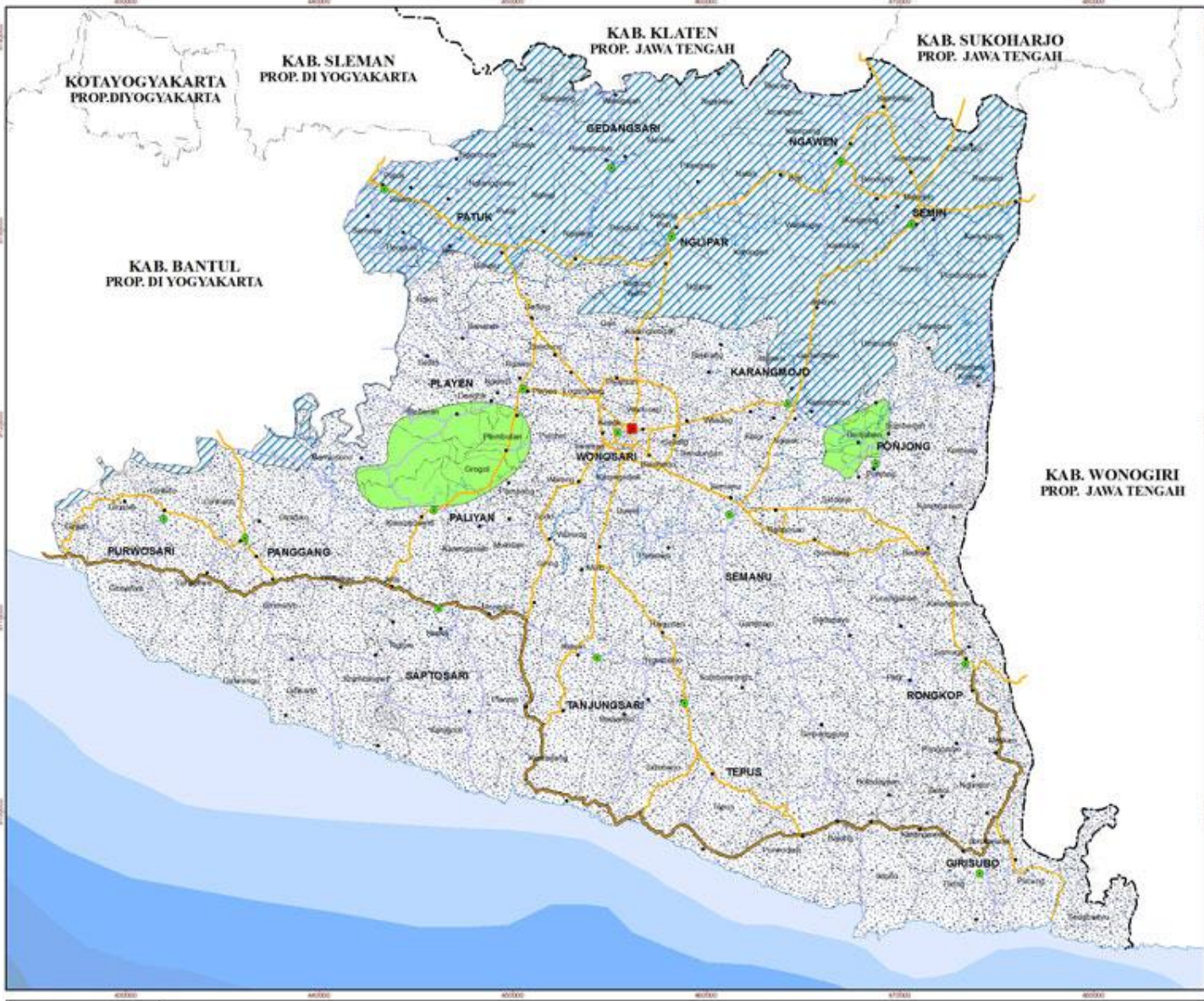
- Pengambilan sampel airtanah pada umumnya dilakukan untuk tujuan studi kualitas air
- Pengambilan sampel airtanah dapat dilakukan secara random atau secara sistematis
- Sampel diambil dari sumur (sumur gali, sumur bor), dan mata air
- Ambil sampel pada bagian tengah tubuh air (bukan di permukaan, dan bukan di bagian dasar)

Tahap Pengujian Sampel

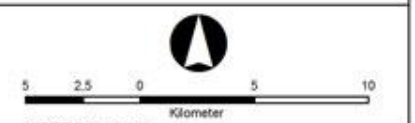
- Pengujian sampel dapat dilakukan di lapangan dan atau di laboratorium
- Pengujian sampel airtanah, meliputi:
 - Uji fisika
 - Uji kimia
 - Uji biologi
- Uji kuantitas airtanah dapat dilakukan dengan metode “pumping test”

Peta Hidrogeologi:

- Sebaran akifer dan lapisan-lapisan hidrogeologis lainnya
- Kontur elevasi muka airtanah
- Arah aliran airtanah
- Keberadaan sumber-sumber air (mata air, sumur, danau, sungai, dll)
- Penampang hidrogeologi
- Klasifikasi dan karakteristik lapisan pembawa air (akifer, akitar, akiklud, akifug, jika ada)



PETA HIDROGEOLOGI KABUPATEN GUNUNGKIDUL



- KETERANGAN**
- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| Kota | Batas |
| ■ Ibukota Kabupaten | --- Batas Provinsi |
| ● Ibukota Kecamatan | - - - Batas Kabupaten |
| ● Ibukota Desa | --- Batas Kecamatan |
| | --- Batas Desa |
| | --- Batas Pantai |
| Jalan | Kedalaman Laut |
| — Jalan Kolektor Primer | 1 - 50 meter |
| — Jalan Kolektor Sekunder | 51 - 100 meter |
| — Jalan Lokal Primer | 101 - 150 meter |
| — Jalan Lokal Sekunder | 151 - 200 meter |
| — Jalan Lingkungan | 200 meter |
| — Jalan Lintas Selatan | |
| — Sungai | |

- Hidrogeologi**
- Akifer celah dan ruas antar butir singgi
 - Akifer celah, singgi
 - Daerah Air tanah Langka

Dibahkan Oleh:
SUPATI GUNUNGKIDUL

SUMPENO PUTRO

Sumber Peta :
Peta RBI Skala 1 : 25.000 Bakosurtanal, tahun 2001
Sistem Proyeksi : UTM Zone 49 S
Datum : WGS 1984



RENCANA TATA RUANG WILAYAH KABUPATEN GUNUNGKIDUL 2010-2030

Penunjang Lain:

- Peta Distribusi Unsur dlm Airtanah
- Peta Distribusi Mikrobiologi dlm Airtanah
- Peta Distribusi Sifat Fisik Airtanah
- Diagram Pagar (Fence Diagram)
- Model Hidrogeologi:
 - Konseptual
 - Numerik
 - Matematik

JURUSAN TEKNIK GEOLOGI
 FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
 UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
 YOGYAKARTA
 2007

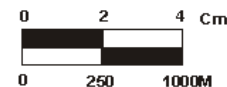


**PETA DISTRIBUSI pH AIR TANAH
 PASCA ERUPSI MERAPI 2006**

DAERAH DESA WUKIRSARI KECAMATAN CANGKRINGAN
 KABUPATEN SLEMAN
 PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA DAN SEKITARNYA



Skala 1 : 25.000

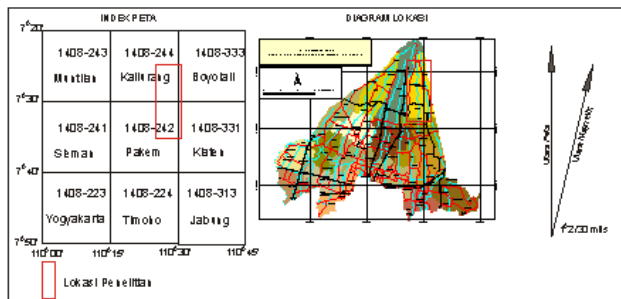
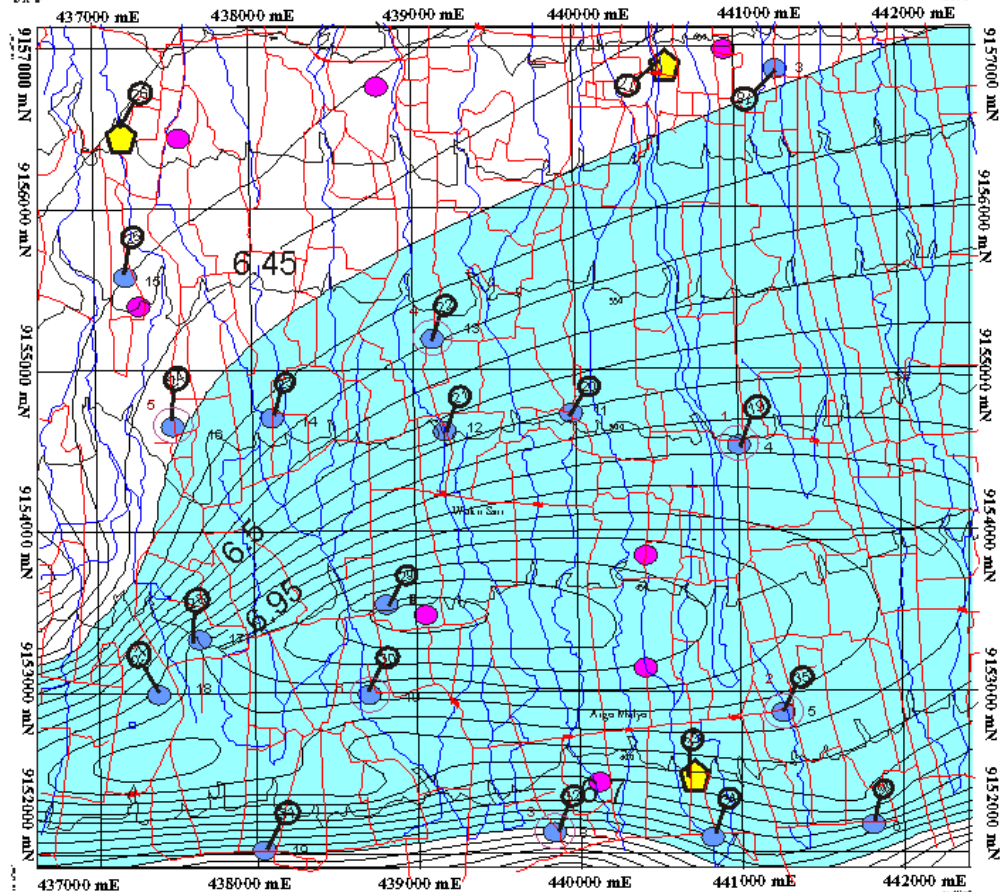


Oleh:

**AFRAYANTO RANTE TADUNG
 111.020.006**

KETERANGAN

- Elevation
- Sungai (a) Blue (b) Red
- Jalan
- Lokasi Pemukiman
- Lokasi Mata Air
- Lokasi Pengambilan Air
- Uji Sifat Kimia / No Sampel
- Uji Sifat Biologi / No Sampel
- Lokasi Pengambilan sampel Biologi (Kemping 200)
- Ekstensi Air Asam
- Ekstensi Air Bersih



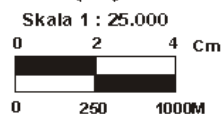
JURUSAN TEKNIK GEOLOGI
 FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
 UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
 YOGYAKARTA
 2007



PETA DISTRIBUSI Fe AIR TANAH
 PASCA ERUPSI MERAPI 2006

DAERAH DESA WUKIRSARI DAN ARGOMULYO
 KECAMATAN CANGKRINGAN
 KABUPATEN SLEMAN

PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA DAN SEKITARNYA

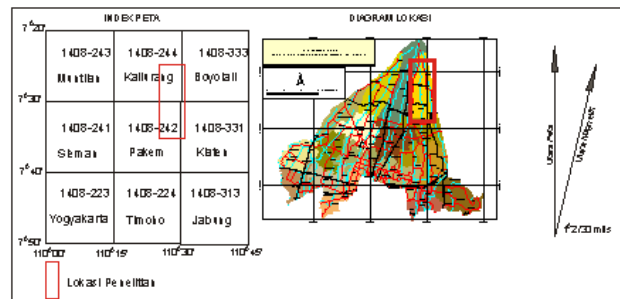
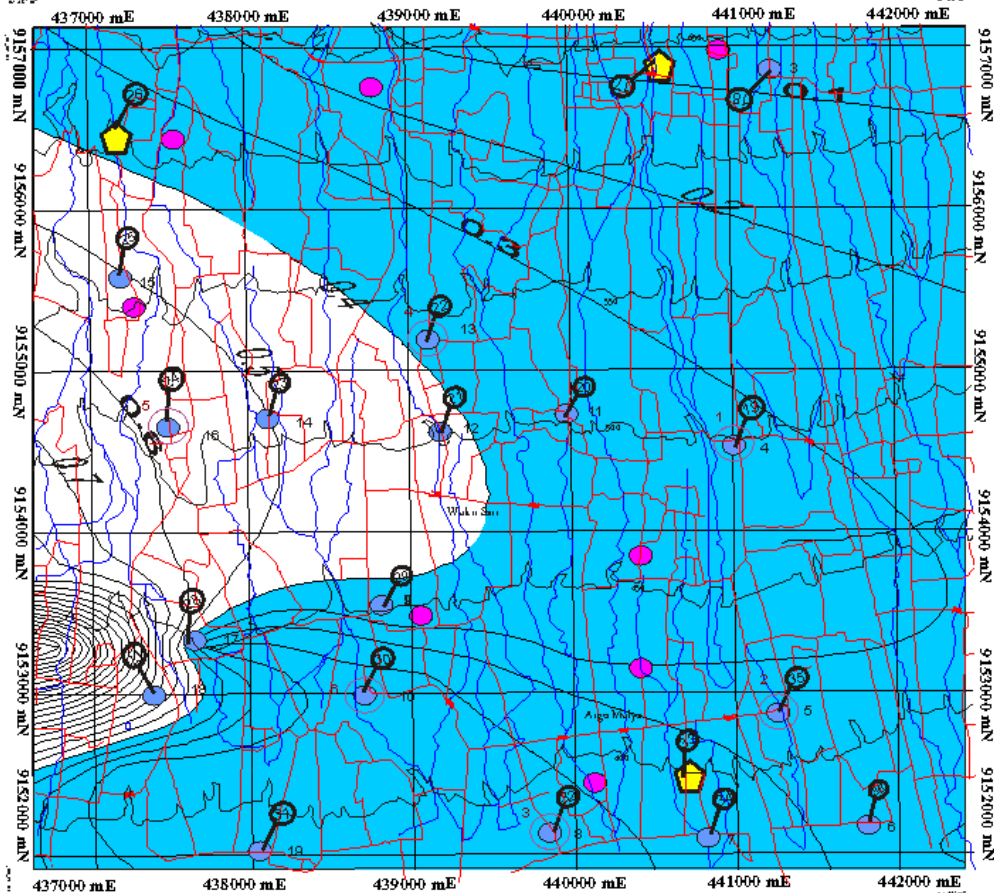


Oleh:

AFRAYANTO RANTE TADUNG
 111.020.006

KETERANGAN

- Kontur
- (a) Sungai
(b) Anak sungai
- Jalan
- Lokasi Desa
- Lokasi Mata Air
- Lokasi Pengambilan Air
- Uji Sifat Kimia / No Sampel Lokasi Pengambilan Sampel
- Uji Sifat Biologi / No Sampel Lokasi Pengambilan Sampel
- Lokasi Pengambilan Sampel No. Sampel: Ksp1200
- Kondisi Air Bersih
- Kondisi Air Buruk



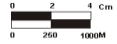


PETA KUALITAS AIRTANAH PASCA ERUPSI MERAPI 2006

DAERAH KECAMATAN CANGKRUMAN
KABUPATEN SEMARANG
PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA DAN SEKITARNYA

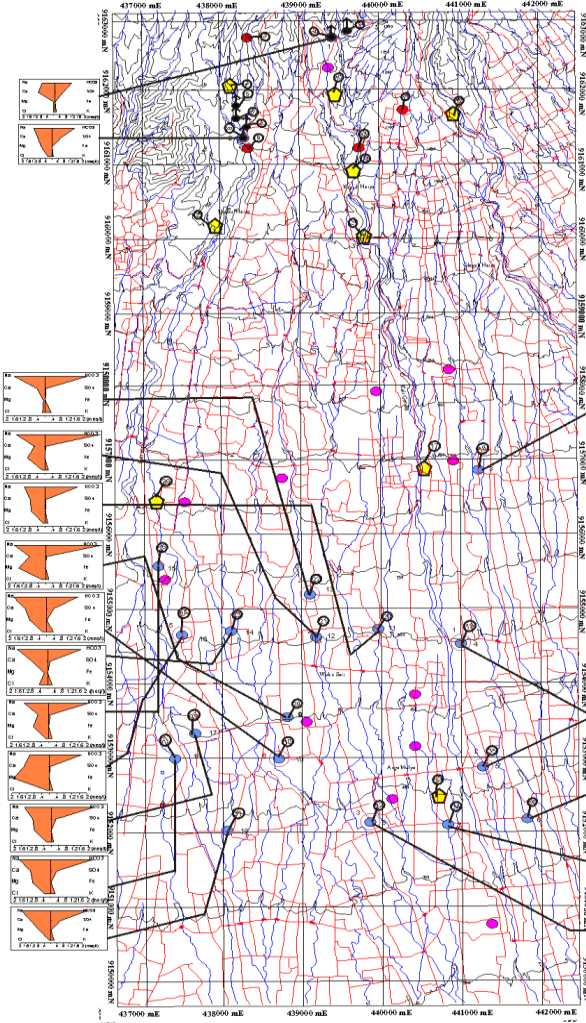


Skala 1 : 25.000



Olleh

AFRAYANTO RANTE TADUNG
111.020.008



KETERANGAN

- Batas Desa
- Jalur Jalan
- Sungai
- Aliran
- Sumbuur Air
- Titik Pengambilan
- Uji Sifat Kimia / No Sampel
- Uji Sifat Biologi / No Sampel
- Uji Sifat Kimia / No Sampel
- Uji Sifat Biologi / No Sampel

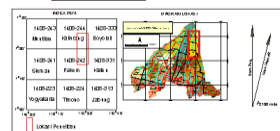
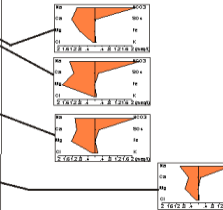
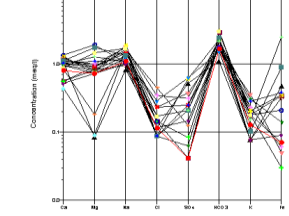
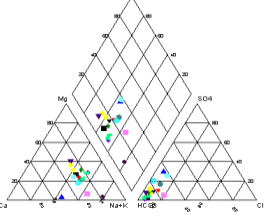


Diagram Schoeller



- Keterangan / Tipe Air:
- 1/ Ca-Na-Mg-HCO3-SO4
 - 2/ Na-Ca-Mg-HCO3-SO4
 - 3/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 4/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 5/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 6/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 7/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 8/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 9/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 10/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 11/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 12/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 13/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 14/ Na-Ca-HCO3
 - 15/ Na-Ca-HCO3
 - 16/ Na-Ca-HCO3
 - 17/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 18/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 19/ Na-Ca-Mg-HCO3

Diagram Piper



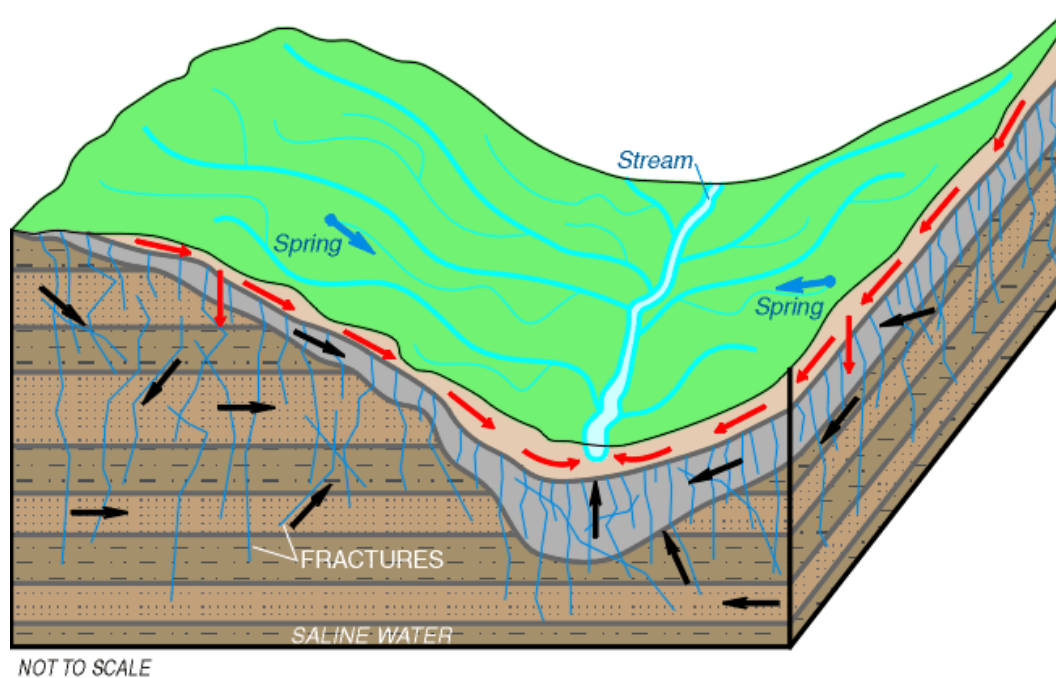
- Keterangan / Tipe Air:
- 1/ Ca-Na-Mg-HCO3-CO4
 - 2/ Na-Ca-Mg-HCO3-SO4
 - 3/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 4/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 5/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 6/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 7/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 8/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 9/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 10/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 11/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 12/ Na-Mg-HCO3
 - 13/ Na-HCO3
 - 14/ Na-Ca-HCO3
 - 15/ Na-Mg-Ca-HCO3
 - 16/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 17/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 18/ Na-Ca-Mg-HCO3
 - 19/ Na-Ca-Mg-HCO3

Lokasi Dengan Parameter Kualitas Airtanah yang Melampaui Ambang Batas:

No	Parameter	Kategori	Kol (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na+K (mg/l)	SO4 (mg/l)	HCO3 (mg/l)	Klorida (mg/l)	Karat (mg/l)	Hardness (mg/l)	Damang (mg/l)	Rajasa (mg/l)	Bubur (mg/l)	Korosi (mg/l)	Ketel (mg/l)	Pelting (mg/l)	Bedaya (mg/l)	Semboga (mg/l)	Balangan (mg/l)	Pematang (mg/l)
1.	Fe	0.07 (B)	<0.03 (B)	0.14 (B)	0.32 (G)	0.89 (G)	2.5 (G)	0.00 (B)	0.00 (B)	0.00 (B)	0.38 (G)	0.06 (B)	0.07 (B)	0.04 (G)	<0.03 (B)	0.03 (B)	0.21 (B)	<0.03 (B)	0.06 (B)	0.06 (G)	0.06 (G)
2.	pH	6.7 (B)	7.5 (B)	6.6 (B)	6.3 (G)	6.2 (G)	6.4 (G)	7 (G)	7.2 (G)	6.2 (B)	6.9 (B)	7 (B)	7.1 (B)	6.9 (B)	6.9 (B)	7 (B)	6.9 (B)	6.4 (B)	6.4 (B)	6.4 (G)	6.4 (G)

Keterangan :
B : JELEK
G : BAIK

Model Konseptual



NOT TO SCALE

EXPLANATION









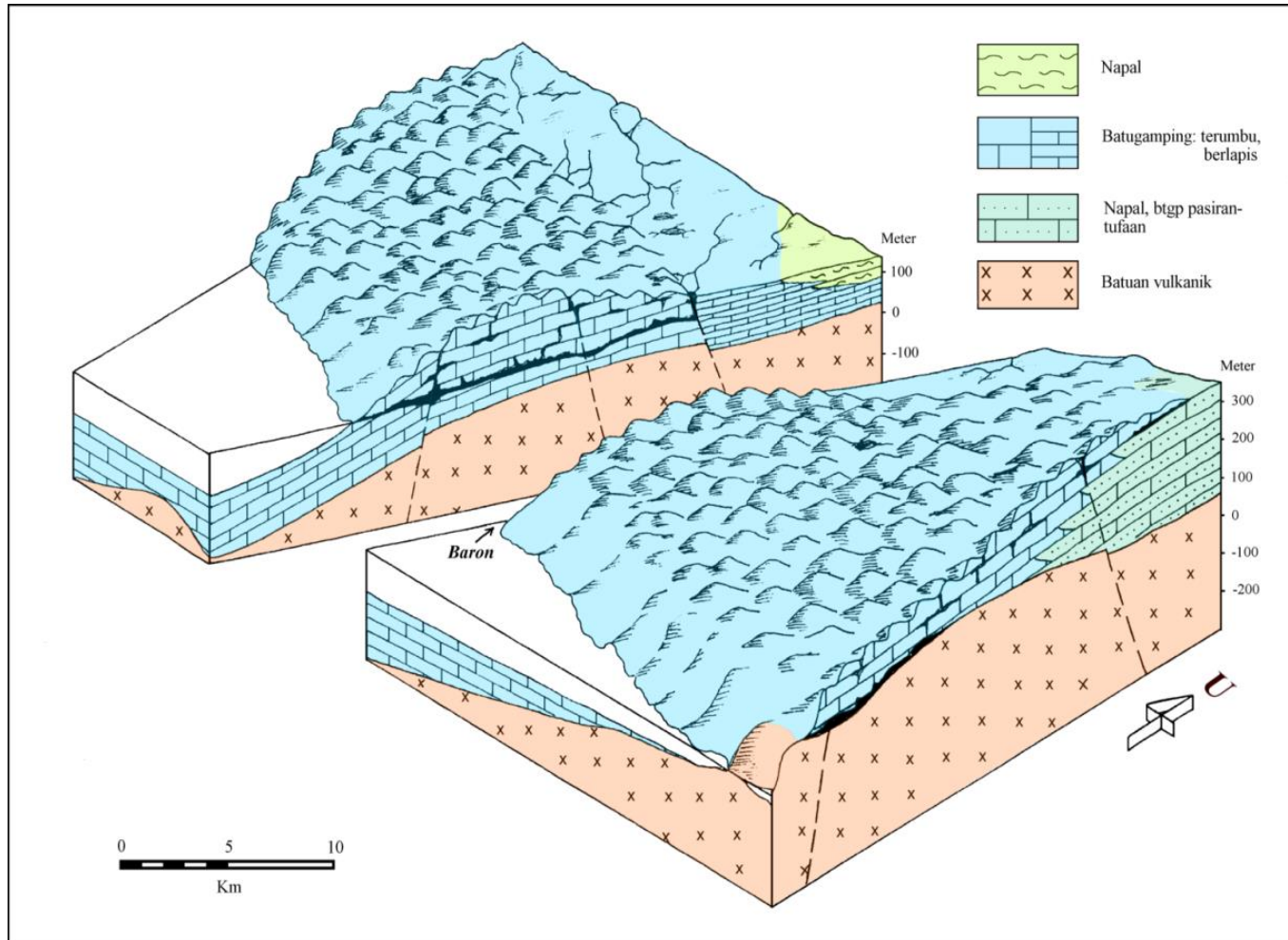
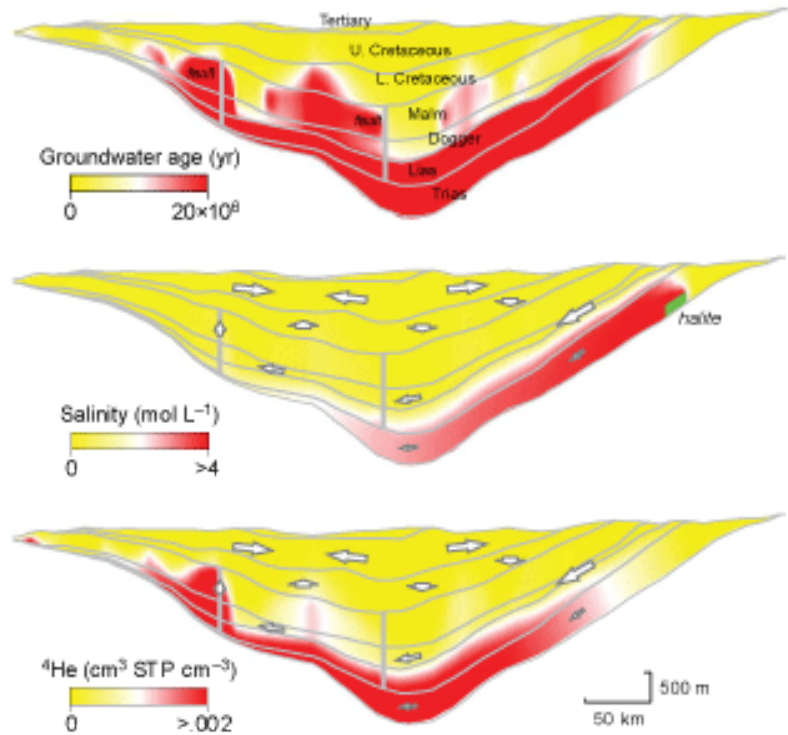
	COLLUVIUM SOIL		GEOLOGIC CONTACT
	WEATHERED BEDROCK (REGOLITH)	GENERALIZED GROUND-WATER-FLOW PATHS	
	SILTSTONE		YOUNGER GROUND WATER
	SANDSTONE OR SHALE		OLDER GROUND WATER
			MIXTURE OF YOUNGER AND OLDER GROUND WATER (SPRING)

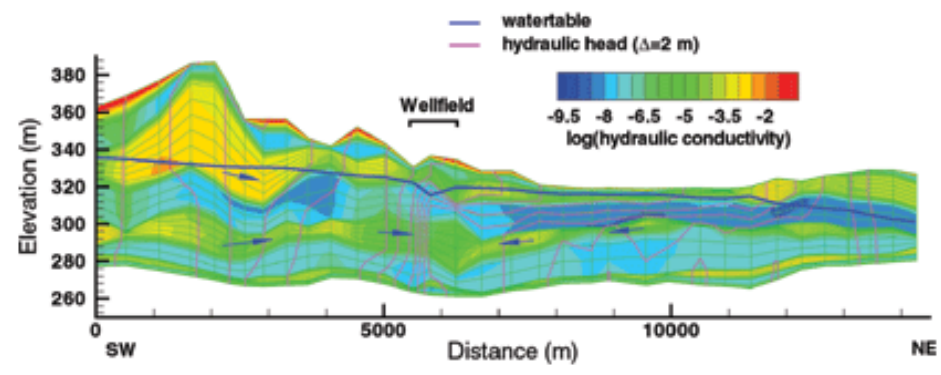
Figure 5. Conceptual ground-water flow in a fractured-rock setting (modified from Harlow and LeCain, 1991).

Model Konseptual Hidrogeologi Gunungsewu (Kusumayudha, 2004, 2005)

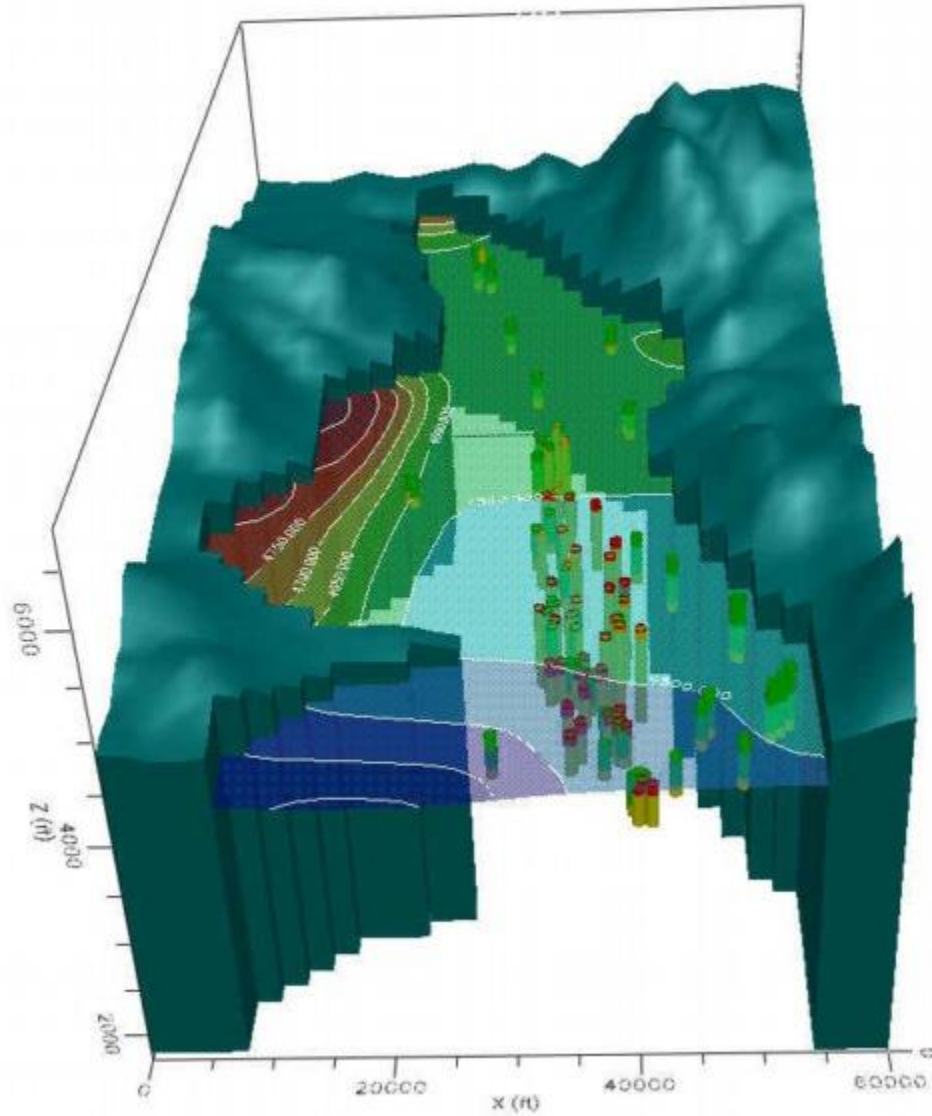




**3D Groundwater Flow Simulation
Vertical X-Section**



Model Numerik



Model Matematika

Three dimensional Darcy flow in porous media

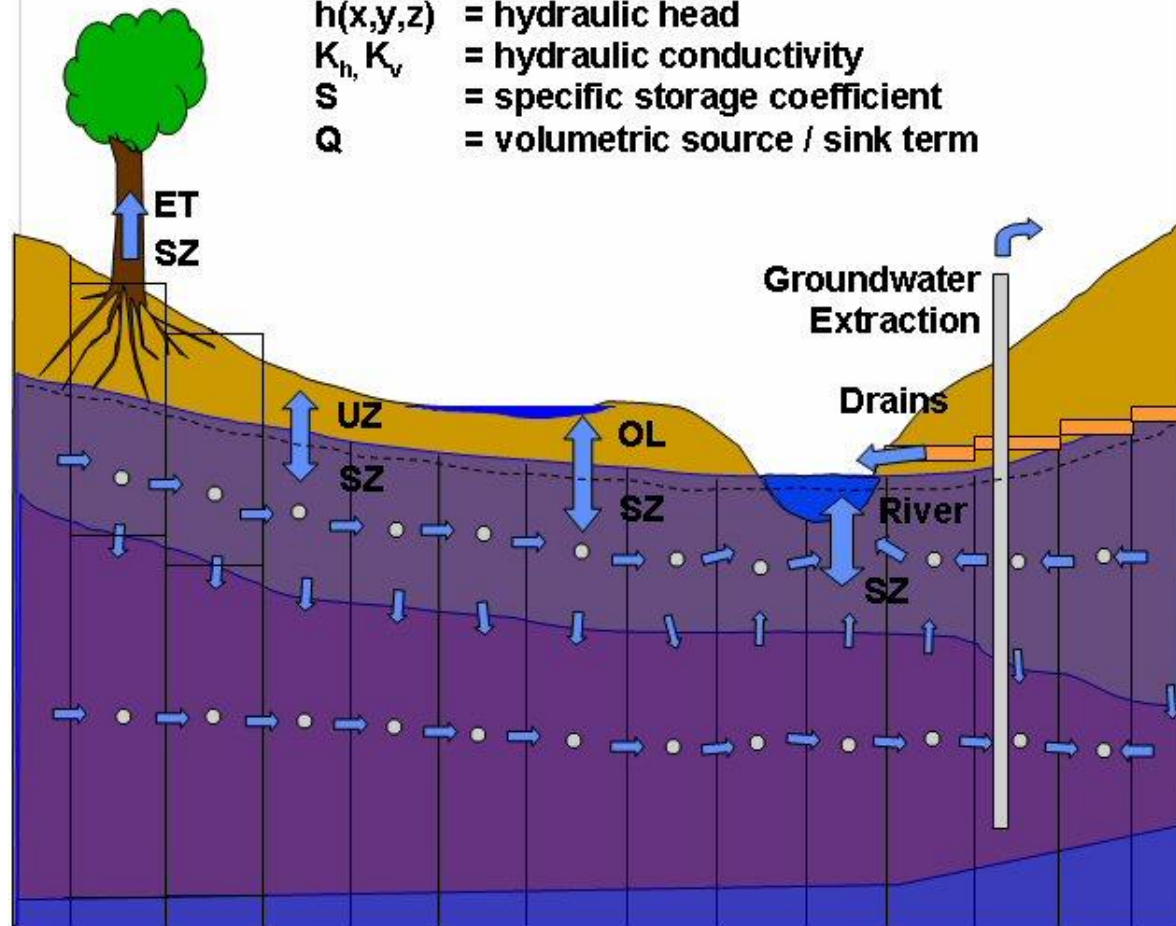
$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_h \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_h \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_v \frac{\partial h}{\partial z} \right) - Q = S \frac{\partial h}{\partial t}$$

$h(x,y,z)$ = hydraulic head

K_h, K_v = hydraulic conductivity

S = specific storage coefficient

Q = volumetric source / sink term



Model Matematik

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[T \frac{\partial h}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[T \frac{\partial h}{\partial y} \right] = S \frac{\partial h}{\partial t} + Q,$$

where

T = aquifer transmissibility (Length squared/
Time);

h = hydraulic head (Length);

S = aquifer storage coefficient;

t = time (Time);

Q = net ground-water flux per unit area
(Length/Time);

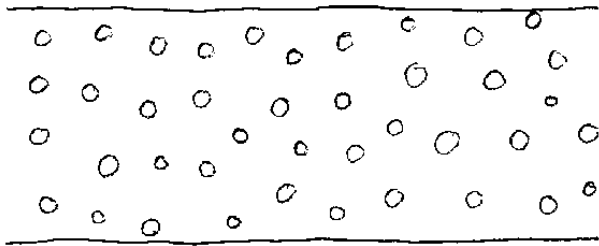
x,y = rectangular coordinates (Length).

KARAKTERISTIK AKIFER

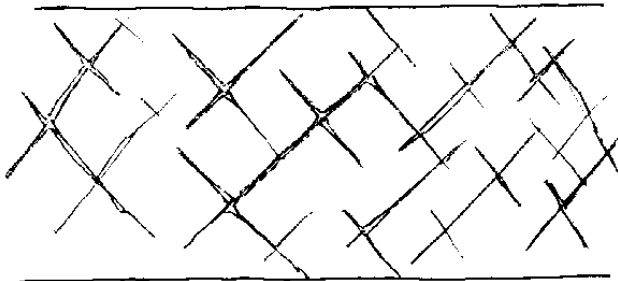
- Batuan Penyusun
 - Konduktivitas Hidrolika (K), Porositas (n), infiltrasi
- Tipe Akifer:
 - Berdasarkan batuan penyusun: intergranuler, karst, rekahan
 - Berdasarkan susunan stratigrafi: bebas, tertekan, semi tertekan, bertengger
- Tipe aliran: diffuse, conduit, crack

Akifer Berdasarkan Jenis Porositas Batuan Penyusunnya

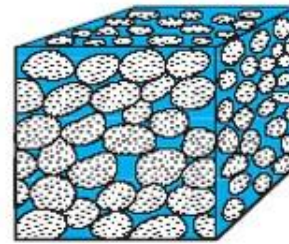
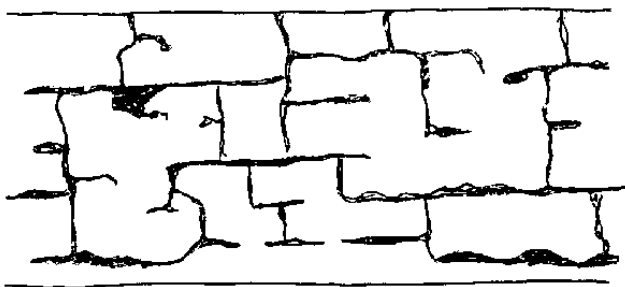
1. Akuifer Intergranuler



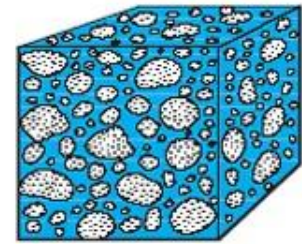
2. Akuifer Celah



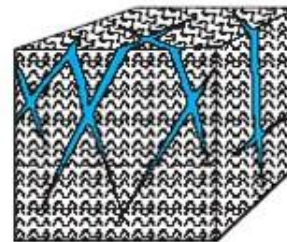
3. Akuifer Kars



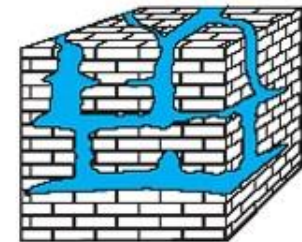
Well-sorted sand



Poorly sorted sand

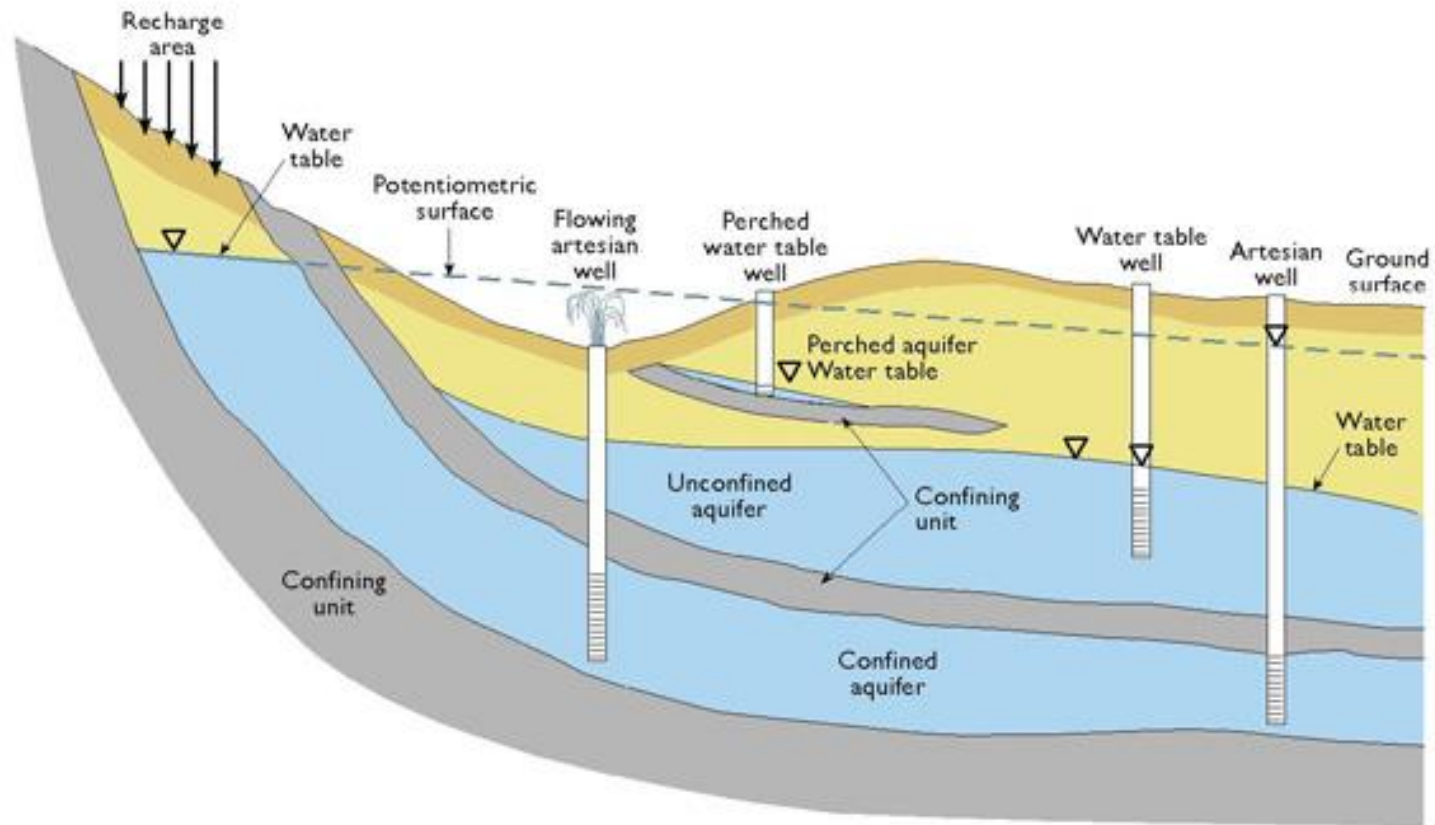


Fractures in granite



Caverns in limestone

Akifer Berdasarkan Susunan Stratigrafik



Modified after Harlan and others, 1989

KUALITAS AIRTANAH

- FISIKA
- KIMIA
- BIOLOGI

KETIGA ASPEK KUALITAS
AIRTANAH SANGAT
DIPENGARUHI OLEH
LINGKUNGAN

HIDROKIMIA

- DIPENGARUHI OLEH:
 - KOMPOSISI MINERAL BATUAN
 - AKTIVITAS MANUSIA

KATION: Ca, Mg, Na, K, Fe

ANION: Cl, HCO₃, SO₄

POTENSI

- Kuantitas: Konduktivitas Hidrolika (K), Transmisivitas (T), Debit Aliran (Q)
- Kualitas: fisika, kimia, biologi

Sekian, Terima Kasih