

BAHAN AJAR

# PRAKTIKUM HIDROGEOLOGI

TGS 7505T



Disusun oleh:

Paramita Teja Trisnaning, S.T., M.T.

Dr. T. Listyani R.A., S.T., M.T.

Ir. Joko Sungkono

PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI  
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL  
YOGYAKARTA

2019

HALAMAN PENGESAHAN

MODUL PRAKTIKUM

# HIDROGEOLOGI

TGS 7505 T



Yogyakarta, September 2019

Mengetahui/menyetujui,  
Ketua Program Studi Teknik Geologi



(Ign. Adi Prabowo, S.T., M.T.)  
NIK. 1973 0251

Dosen Pengampu



(T. Listyani R.A., S.T., M.T.)  
NIK. 1973 0077

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Tuhan YME, atas berkatNya maka modul praktikum Hidrogeologi ini dapat diselesaikan. Modul ini merupakan pegangan praktikum bagi mahasiswa Teknik Geologi S1 pada semester 5, dengan bobot 1 sks.

Modul ini berisi beberapa materi yang diajarkan pada kegiatan praktikum Hidrogeologi, yang diharapkan dapat menjadi arahan bagi mahasiswa untuk mengenal airtanah sebagai bagian dari sumber daya alam geologi. Materi yang diajarkan dalam praktikum ini antara lain

Dengan selesainya bahan ajar ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Ketua STTNAS Yogyakarta.
2. Ketua Jurusan Teknik Geologi, STTNAS Yogyakarta beserta staf.
3. Segenap asisten yang telah berpartisipasi dalam membantu pelaksanaan praktikum, yaitu Rosa, Irghi dan Raras.

Akhir kata, semoga modul ini bermanfaat dan dapat memandu praktikan untuk melaksanakan tugas-tugas yang dibebankan pada kegiatan praktikum.

Yogyakarta, September 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ACARA</b>	<b>MATERI</b>	<b>Hal :</b>
I	Uji Pemompaan pada Akuifer Tertekan dengan Metode Theis & Metode Cooper-Jacob Asistensi & Interpretasi Kimia Airtanah .....	1
II	Uji Pemompaan pada Akuifer Bocor/Semi Tertekan dengan Metode Hantush .....	20
III	Pengukuran Debit Aliran .....	38
IV	Peta Pola Aliran Airtanah .....	63
V	Pemetaan Hidrogeologi .....	83
VI	Interpretasi Kimia Airtanah .....	103
VII	Analisis Triliner Piper .....	124
VIII	Desain Konstruksi Sumur .....	145

Praktikum Hidrogeologi  
Prodi Teknik Geologi  
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta



ACARA I  
UJI PEMOMPAAN PADA AKUIFER TERTEKAN  
DENGAN METODE THEIS &  
METODE COOPER—JACOB



Uji pemompaan merupakan bagian penting dalam berbagai studi maupun proyek yang berkaitan dengan eksploitasi, perlindungan, dan perbaikan air tanah.

Tujuan:

mengetahui karakter hidrolik dari akuifer (tingkat penurunan muka airtanah, kecepatan aliran maupun faktor tidak terduga yang mungkin terjadi selama pemompaan);

mengetahui kedalaman yang tepat untuk dilakukan pemompaan;

mengetahui jumlah air yang dapat diambil secara berkelanjutan;

Mengetahui efek spasial dari kegiatan pemompaan.

Manfaat:

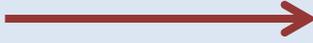
mengatur dan mengoptimalkan pemanfaatan airtanah tanpa mengganggu sistem akuifer.

# Metode Uji Pemompaan

## Steady State Flow

- Thiem

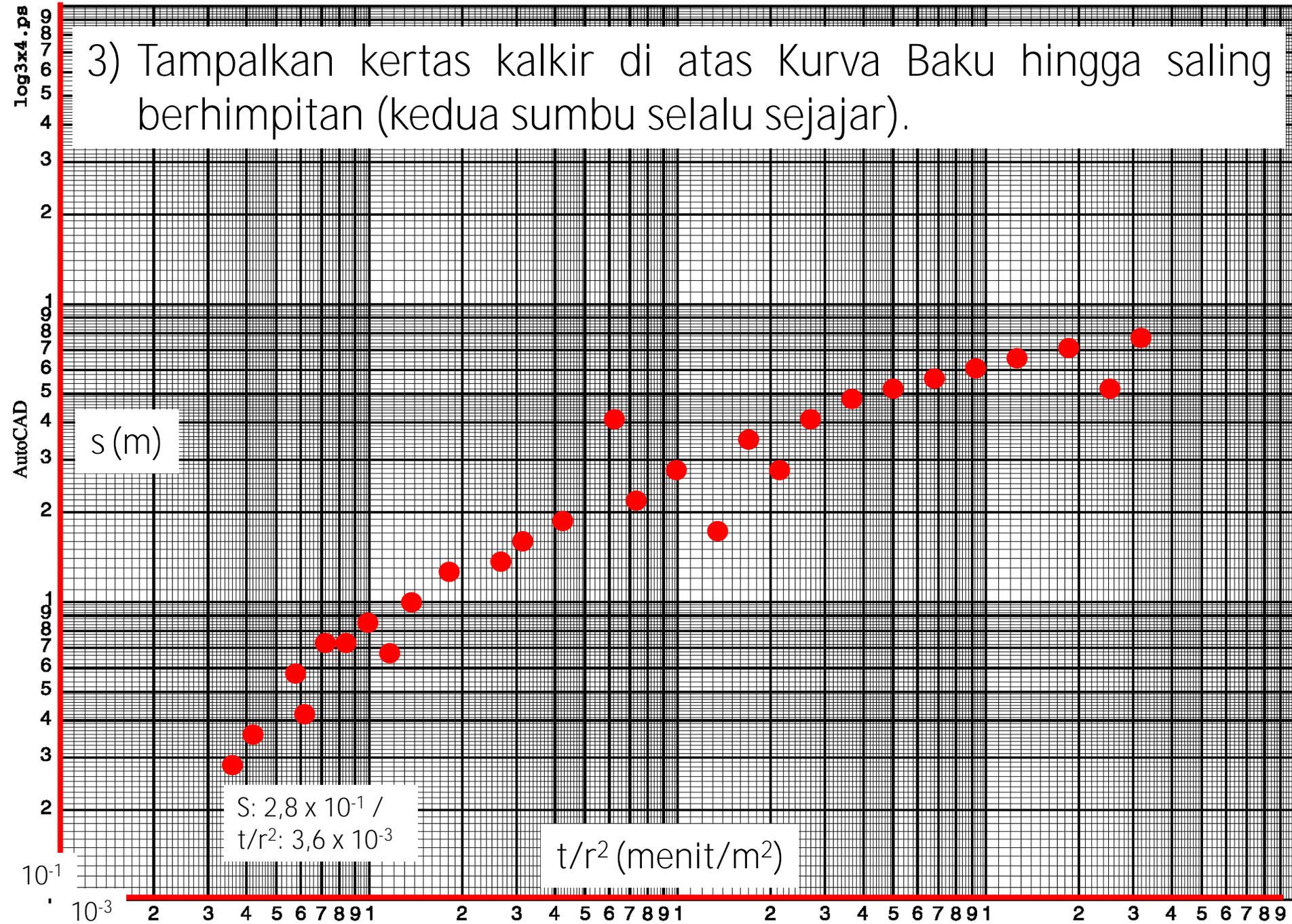
## Unsteady State Flow

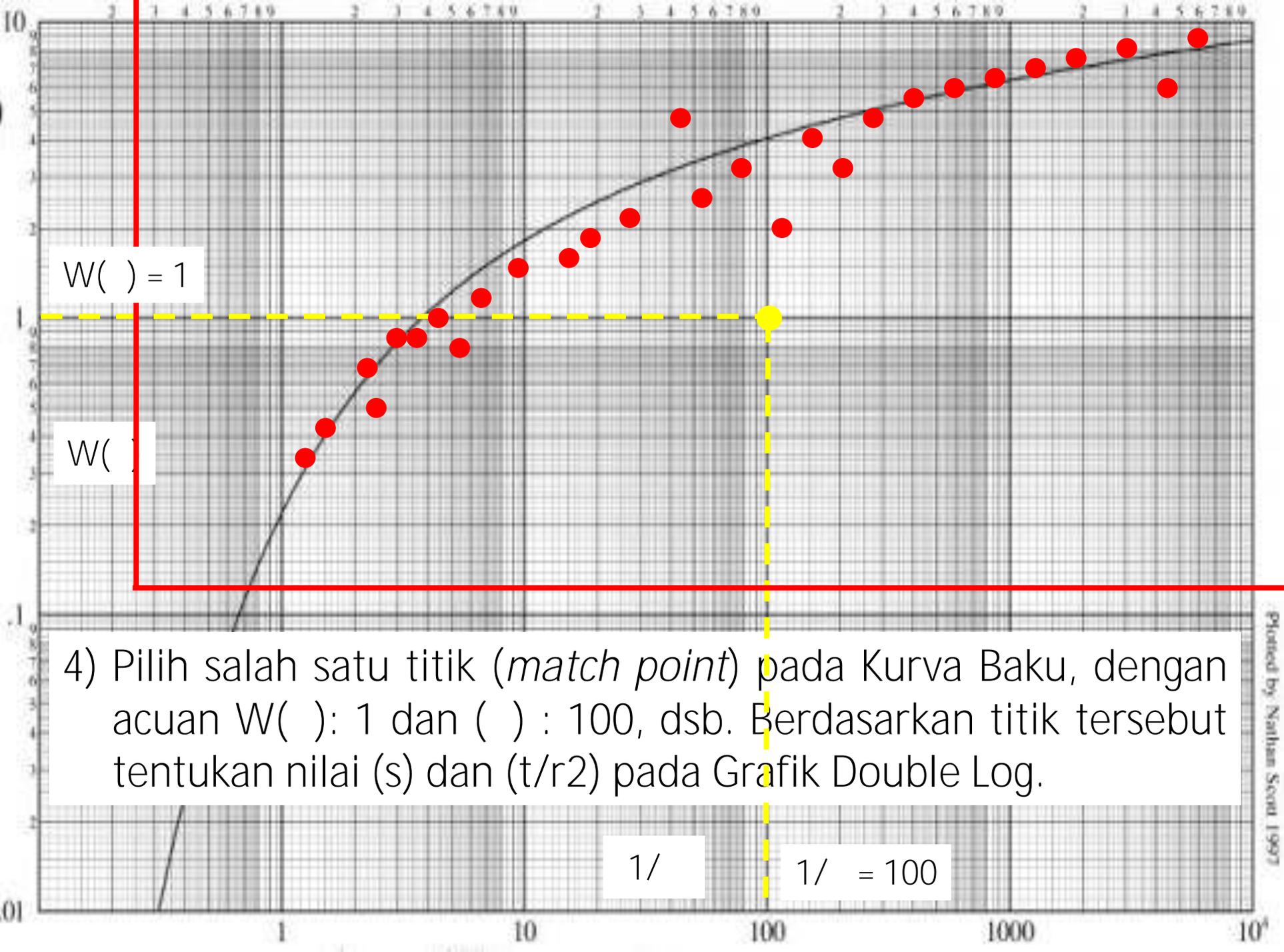
- Theis  Akuifer Tertekan
- Papadopulus
- Cooper—Jacob  Akuifer Tertekan
- Chow

# LANGKAH Pengerjaan: Metode Theis

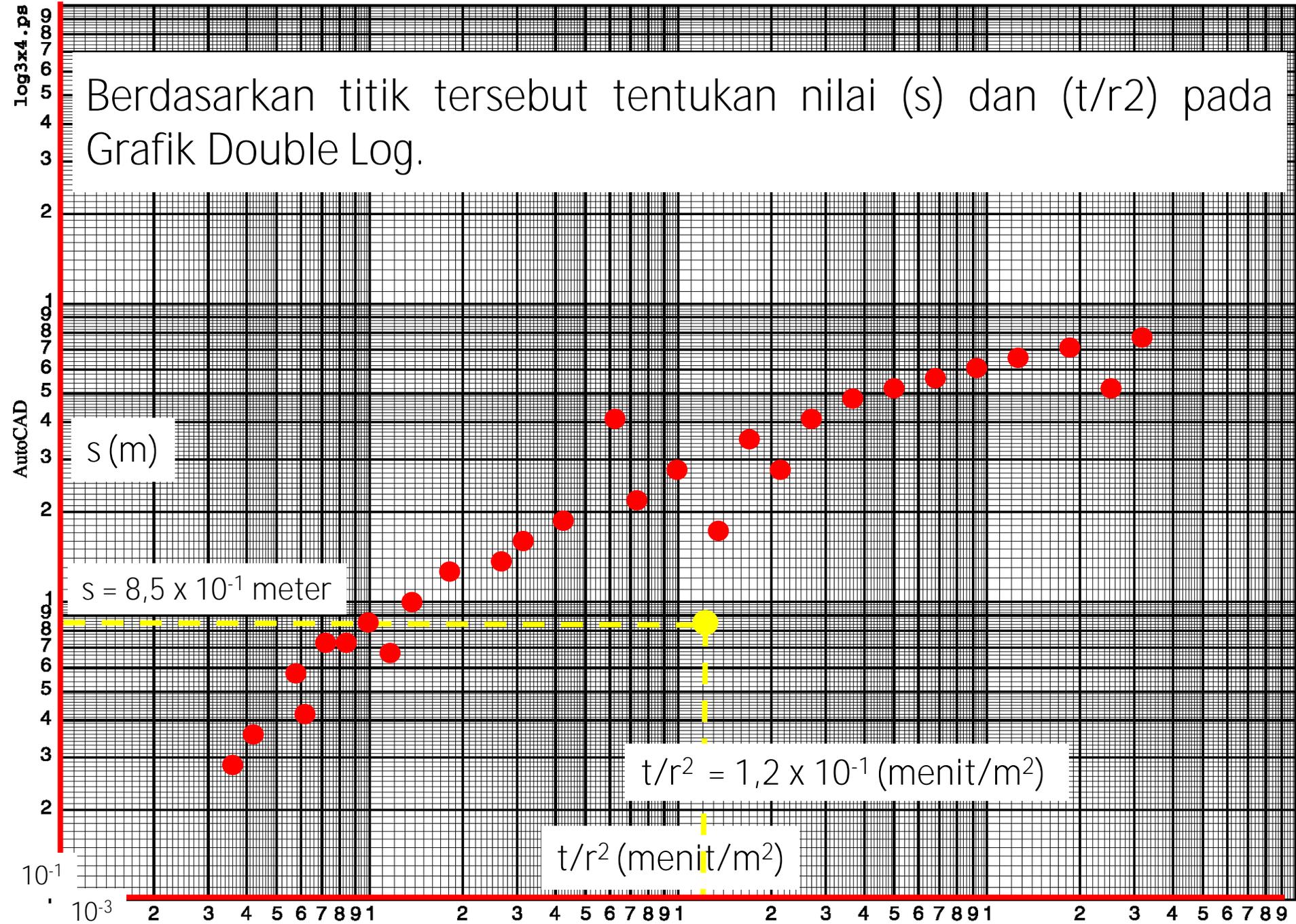
- 1) Tampilkan kertas kalkir di atas Grafik Double Log.
- 2) Plotkan nilai *drawdown* ( $s$ ) pada sumbu Y dan plot waktu penurunan airtanah selama pemompaan pada sumur pengamat ( $t/r^2$ ) pada sumbu X.

3) Tampilkan kertas kalkir di atas Kurva Baku hingga saling berhimpitan (kedua sumbu selalu sejajar).





Berdasarkan titik tersebut tentukan nilai (s) dan (t/r<sup>2</sup>) pada Grafik Double Log.



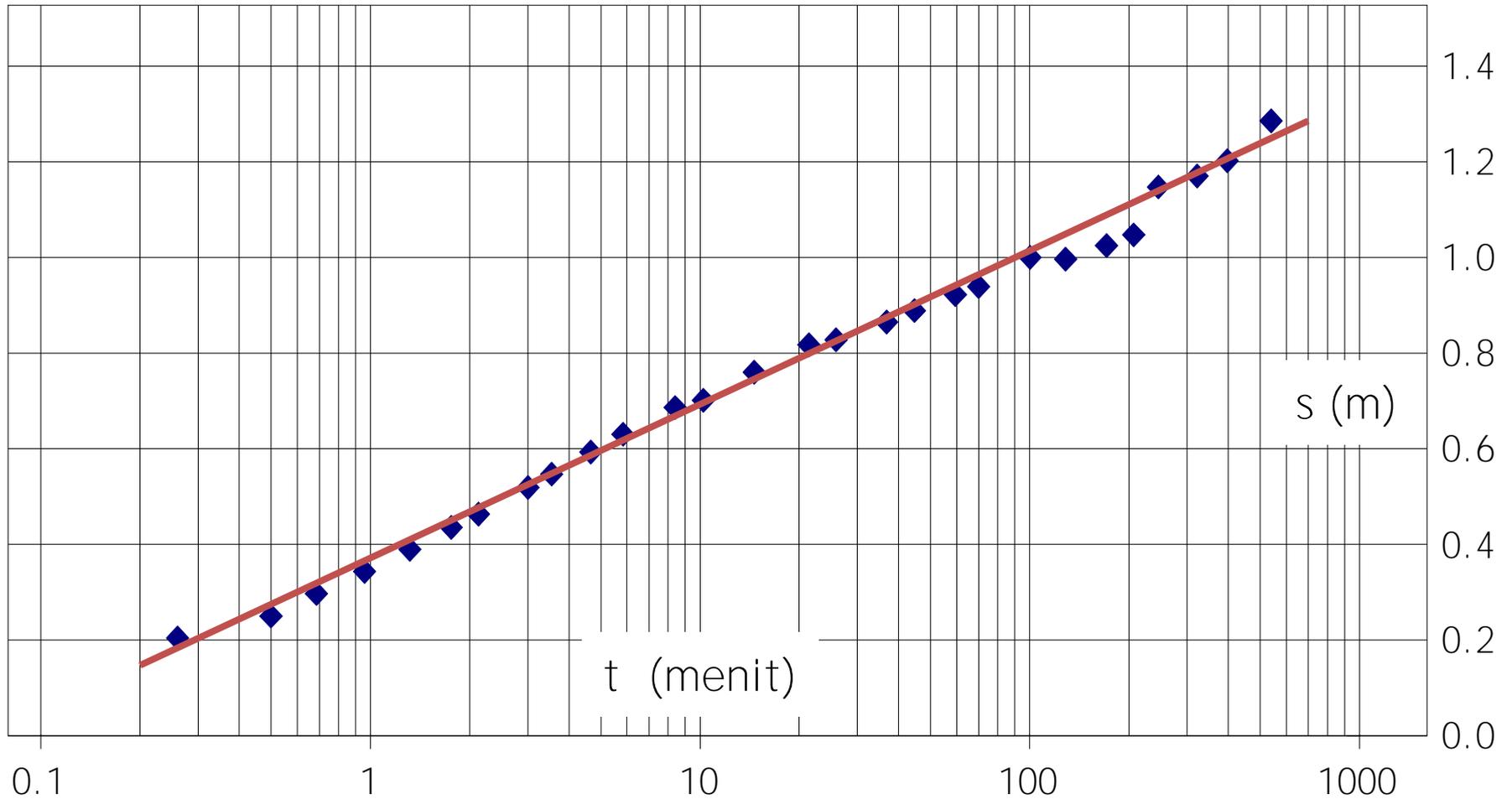
5) Tentukan nilai Koefisien Kemenerusan Airtanah (T) dan Daya Simpan Airtanah (S) berdasarkan persamaan:

$$T = \frac{W}{h} \quad ( )$$

$$S = \frac{W}{h} = \quad (t/r^2)$$

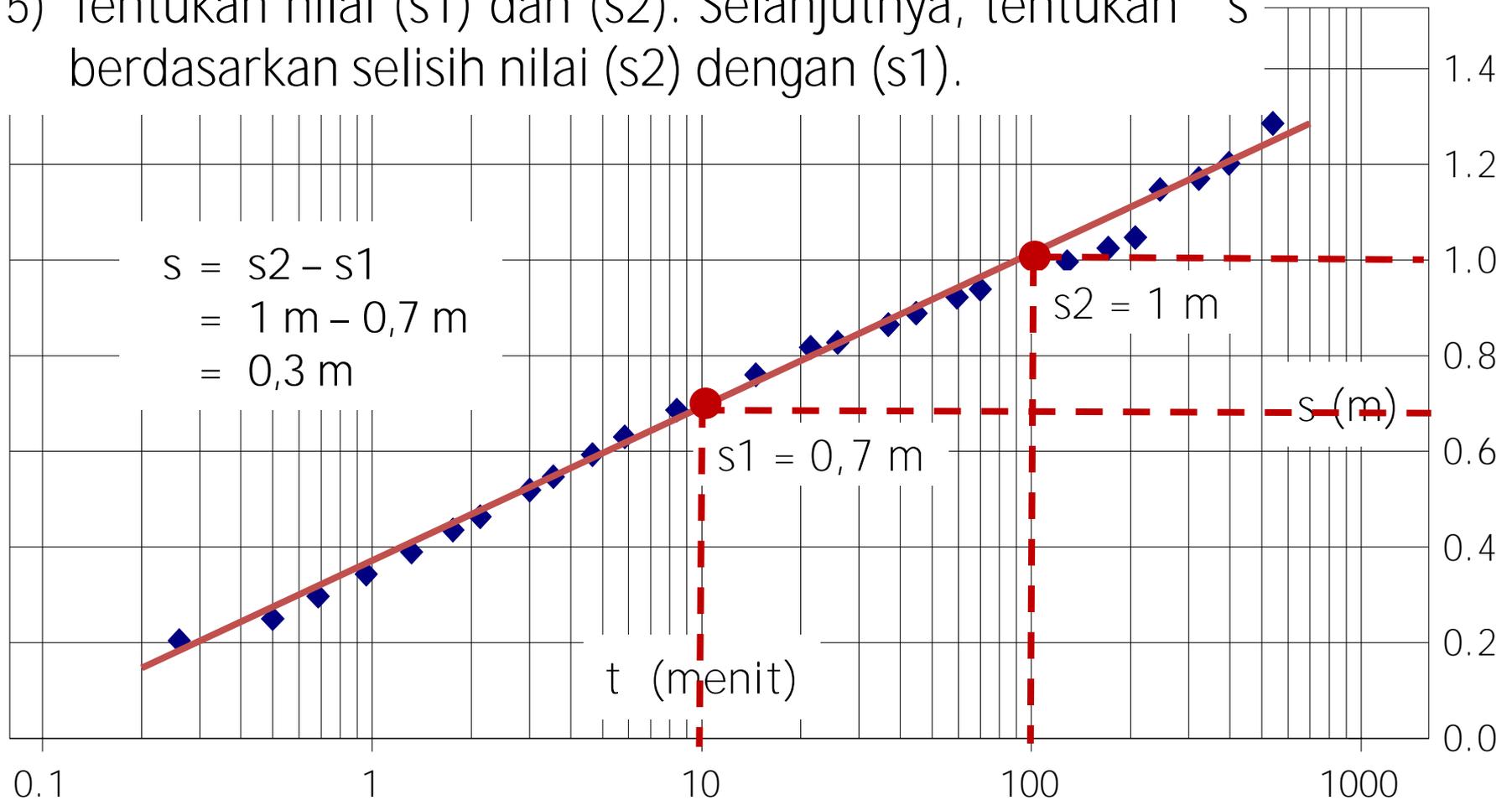
# LANGKAH Pengerjaan: Metode Cooper-Jacob

- 1) Tampilkan kertas kalkir di atas Grafik Semilog.
- 2) Plotkan nilai *drawdown* ( $s$ ) pd sumbu Y dan plot waktu penurunan airtanah selama pemompaan ( $t$ ) pd sumbu X.

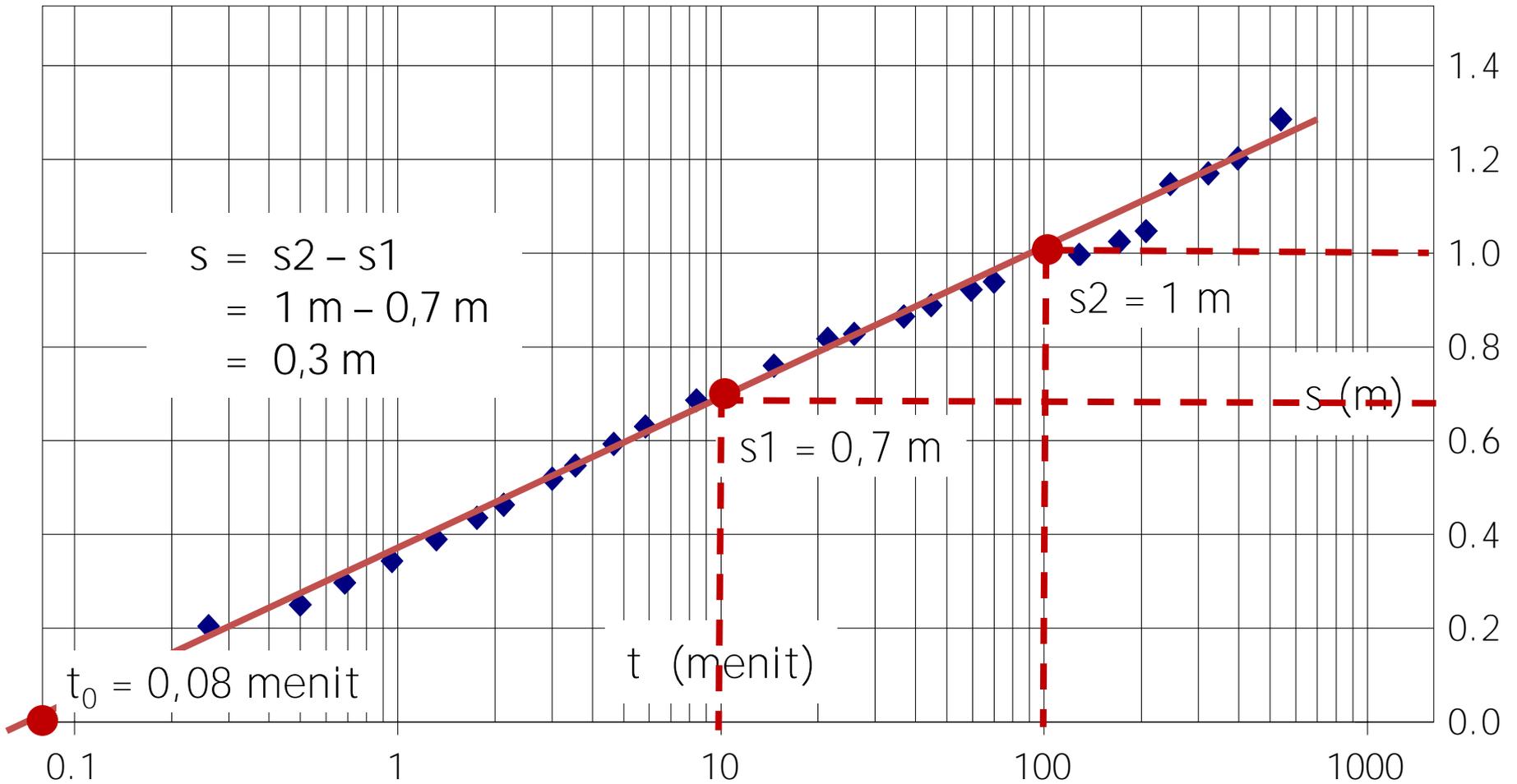


3) Tarik garis lurus (warna merah muda) mengenai sebagian besar titik plotting.

5) Tentukan nilai ( $s_1$ ) dan ( $s_2$ ). Selanjutnya, tentukan  $s$  berdasarkan selisih nilai ( $s_2$ ) dengan ( $s_1$ ).



4) Tentukan dua titik pd nilai ( $t$ ) berdasar satu siklus waktu, contoh 10 dan 100. Tarik garis bantu dari kedua titik tersebut hingga berpotongan dgn garis lurus (warna merah muda). Selanjutnya, tarik garis bantu hingga berpotongan dengan nilai ( $s$ ) pada sumbu Y.



6) Tarik garis lurus (s) ujung kiri hingga berpotongan dengan nilai (t) pada sumbu X, sehingga diperoleh nilai ( $t_0$ ).

5) Tentukan nilai Koefisien Kemenerusan Airtanah (T) dan Daya Simpan Airtanah (S) berdasarkan persamaan:

$$T = \frac{r^2}{r_w^2}$$

$$S = \frac{r^2}{r_w^2}$$

# FORMAT LAPORAN

- 1) Tulis tangan
- 2) Cover
- 3) Data uji pemboran
- 4) Grafik Metode Theis
- 5) Perhitungan berdasarkan Metode Theis
- 6) Grafik Metode Cooper–Jacob
- 7) Perhitungan berdasarkan Metode Cooper–Jacob

Dalam mengerjakan perhitungan, tuliskan:

Diketahui; Ditanyakan; dan Jawab.

TERIMAKASIH



## UJI PEMOMPAAN PADA AKUIFER TERTEKAN DENGAN METODE THEIS & METODE COOPER-JACOB

Akuifer merupakan suatu lapisan batuan dengan porositas dan permeabilitas yang baik, sehingga mampu menyimpan dan mengalirkan air dalam jumlah ekonomis. Berdasarkan letak, batas lapisan kedap air maupun koefisien kelulusan air, akuifer dapat dibedakan menjadi 1) Akuifer Bebas; 2) Akuifer Setengah-bebas; 3) Akuifer Bocor; dan 4) Akuifer Tertekan.

Pada praktikum ini, akan dilakukan uji pemompaan pada akuifer tertekan dengan kondisi arah maupun besar aliran berubah-ubah seiring waktu (*unsteady flow*). Uji pemompaan dilakukan guna memperoleh informasi mengenai penurunan muka airtanah akibat pemompaan, kecepatan aliran maupun faktor tidak terduga dapat terjadi selama pemompaan. Dengan demikian, dapat ditentukan:

- karakter hidrolik dari akuifer;
- jumlah airtanah yang dapat diambil secara berkelanjutan; dan
- kedalaman yang tepat untuk pemompaan.

Uji pemompaan pada akuifer tertekan dapat dilakukan berdasarkan 1) Metode Theis dan 2) Metode Cooper-Jacob. Metode Theis dapat diterapkan apabila : 1) diameter sumur kecil; 2) berkembang pada akuifer tertekan; 3) aliran aliran berubah-ubah seiring waktu dengan drawdown ( $s$ ) dan waktu penurunan airtanah ( $t$ ); dan 4) gradien hidrolik konstan. Pada uji pemompaan, menggunakan nilai debit konstan dengan periode minimum 24 jam. Kedua metode tersebut, dilakukan guna menentukan dan mengevaluasi potensi suatu akuifer berdasarkan harga Koefisien Kemenerusan Airtanah ( $T$ ) dan Daya Simpan Airtanah ( $S$ ).

Koefisien Kemenerusan Airtanah/Transmisivitas ( $T$ ) merupakan jumlah air yang mampu dialirkan pada setiap satuan tebal dan lebar akuifer pada setiap unit gradien hidrolik. Daya Simpan Airtanah/Storativitas ( $S$ ) merupakan jumlah air dalam akuifer yang mampu disimpan ataupun dikeluarkan setiap satuan luas pada setiap perubahan kedudukan muka airtanah.

### Maksud dan Tujuan

Maksud dilaksanakan Praktikum: Uji Pemompaan Akuifer Tertekan, 1) guna mengetahui metode yang digunakan dan 2) mengetahui langkah kerja dari setiap metode yang digunakan. Tujuan pelaksanaan Praktikum: Uji Pemompaan Akuifer Tertekan, guna menentukan nilai Koefisien Kemenerusan Airtanah ( $T$ ) dan Daya Simpan Airtanah ( $S$ ).



### Alat dan Bahan

Guna mendukung pelaksanaan Praktikum: Uji Pemompaan Akuifer Tertekan, diperlukan sejumlah alat dan bahan. Berikut alat dan bahan yang diperlukan:

- a) alat tulis (pensil, pulpen, penggaris, dan penghapus);
- b) kertas kalkir;
- c) kertas Double Log & Semilog;
- d) kalkulator;
- e) data uji pemompaan; dan
- f) Kurva Baku Theis.

### Soal Latihan

Suatu sumur menembus penuh pada akuifer tertekan, dilakukan pemompaan dengan debit konstan sebesar 350 m<sup>3</sup>/hari. Pada sumur pengamat yang terletak 30 meter dari sumur yang dilakukan pemompaan, tercatat *drawdown* (s) yang terjadi sejak awal pemompaan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan data tersebut, tentukan nilai Koefisien Kemenerusan Airtanah (T) dan Daya Simpan Airtanah (S) dengan menggunakan Metode Theis dan Metode Cooper–Jacob. Berikut langkah kerja dari setiap metode tersebut di atas.

Langkah Kerja Uji Pemompaan dengan Metode Theis:

- 1) Tampilkan kertas kalkir di atas Grafik Double Log.
- 2) Plotkan nilai *drawdown* (s) pada sumbu Y dan plot waktu penurunan airtanah selama pemompaan pada sumur pengamat ( $t/r^2$ ) pada sumbu X.
- 3) Lepaskan kertas kalkir. Tampilkan kertas kalkir di atas Kurva Baku hingga saling berhimpitan (kedua sumbu selalu sejajar).
- 4) Pilih salah satu titik (*match point*) pada Kurva Baku, dengan acuan nilai  $W(u)$ : 1 dan  $(u)$ : 100, dsb. Tandai titik (*match point*) tersebut, misal: A atau B.
- 5) Tampilkan kembali kertas kalkir pada Grafik Double Log. Selanjutnya, berdasarkan titik (*match point*) tersebut tentukan nilai (s) dan ( $t/r^2$ ).
- 5) Tentukan nilai Koefisien Kemenerusan Airtanah (T) dan Daya Simpan Airtanah (S) berdasarkan persamaan:

$$T = \frac{Q}{4 \pi s} W(u)$$

$$S = \frac{4 T \mu}{r^2/t}$$



Langkah Kerja Uji Pemompaan dengan Metode Cooper–Jacob:

- 1) Tampilkan kertas kalkir di atas Grafik Semilog.
- 2) Plotkan nilai *drawdown* (s) pada sumbu Y dan plot waktu penurunan airtanah selama pemompaan (t) pada sumbu X.
- 3) Tarik garis lurus (a) mengenai sebagian besar titik plotting.
- 4) Tentukan dua titik pada nilai (t) yang merupakan satu siklus waktu, contoh: 10 dan 100. Tarik garis bantu dari kedua titik tersebut hingga berpotongan dengan garis lurus (a). Selanjutnya, dari titik perpotongan tersebut tarik garis bantu hingga berpotongan dengan nilai (s) pada sumbu Y.
- 5) Berdasarkan titik perpotongan pada sumbu Y, diperoleh nilai (s1) dan (s2). Selisih dari nilai (s2) dengan (s1) diperoleh  $s$ .
- 6) Tarik garis lurus (a) pada ujung kiri hingga berpotongan dengan nilai (t) pada sumbu X, sehingga diperoleh nilai (t<sub>0</sub>).
- 5) Tentukan nilai Koefisien Kemenerusan Airtanah (T) dan Daya Simpan Airtanah (S) berdasarkan persamaan:

$$T = \frac{2,30 Q}{4 \pi \Delta s}$$

$$S = \frac{2,25 T t_0}{r^2}$$



PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI, ITNY  
PRAKTIKUM HIDROGEOLOGI  
ACARA I. UJI PEMOMPAAN PADA AKUIFER TERTEKAN

Tabel 1. Data uji pemompaan pada sumur pengamat.

t (menit)	s (m)	t/r <sup>2</sup> (menit/m <sup>2</sup> )	t (menit)	s (m)	t/r <sup>2</sup> (menit/m <sup>2</sup> )
0	0	~	33.0	0.75	3.67 x 10 <sup>-2</sup>
1.00	0.23	1.11 x 10 <sup>-3</sup>	41.0	0.78	4.56 x 10 <sup>-2</sup>
1.40	0.28	1.56 x 10 <sup>-3</sup>	48.0	0.79	5.33 x 10 <sup>-2</sup>
1.90	0.33	2.11 x 10 <sup>-3</sup>	59.0	0.82	6.56 x 10 <sup>-2</sup>
2.33	0.36	2.59 x 10 <sup>-3</sup>	80.0	0.85	8.89 x 10 <sup>-2</sup>
2.80	0.39	3.11 x 10 <sup>-3</sup>	95.0	0.87	1.06 x 10 <sup>-1</sup>
3.336	0.42	3.73 x 10 <sup>-3</sup>	139	0.92	1.54 x 10 <sup>-1</sup>
4.00	0.45	4.44 x 10 <sup>-3</sup>	181	0.94	2.01 x 10 <sup>-1</sup>
5.35	0.50	5.94 x 10 <sup>-3</sup>	245	0.97	2.72 x 10 <sup>-1</sup>
6.80	0.54	7.56 x 10 <sup>-3</sup>	300	0.99	3.33 x 10 <sup>-1</sup>
8.30	0.57	9.22 x 10 <sup>-3</sup>	360	1.01	4.00 x 10 <sup>-1</sup>
8.70	0.58	9.67 x 10 <sup>-3</sup>	480	1.05	5.33 x 10 <sup>-1</sup>
10.0	0.60	1.11 x 10 <sup>-2</sup>	600	1.06	6.67 x 10 <sup>-1</sup>
13.1	0.64	1.46 x 10 <sup>-2</sup>	728	1.07	8.09 x 10 <sup>-1</sup>
18.0	0.68	2.00 x 10 <sup>-2</sup>	830	1.09	9.22 x 10 <sup>-1</sup>
27.0	0.74	3.00 x 10 <sup>-2</sup>	-	-	-



## ACARA II

# UJI PEMOMPAAN PADA AKUIFER BOCOR DENGAN METODE HANTUSH



Uji pemompaan merupakan bagian penting dalam berbagai studi maupun proyek yang berkaitan dengan eksploitasi, perlindungan, dan perbaikan air tanah.

Tujuan:

mengetahui karakter hidrolis dari akuifer bocor atau semi tertekan (tingkat penurunan muka airtanah terhadap waktu).

mengetahui kemampuan mengalirkan air ( $K$ ), jumlah air yang dapat mengalir melalui pemompaan ( $T$ ), dan daya simpan akuifer ( $S$ ).

mengetahui kedalaman yang tepat untuk dilakukan pemompaan;

mengetahui jumlah air yang dapat diambil secara berkelanjutan;

mengetahui efek spasial dari kegiatan pemompaan.

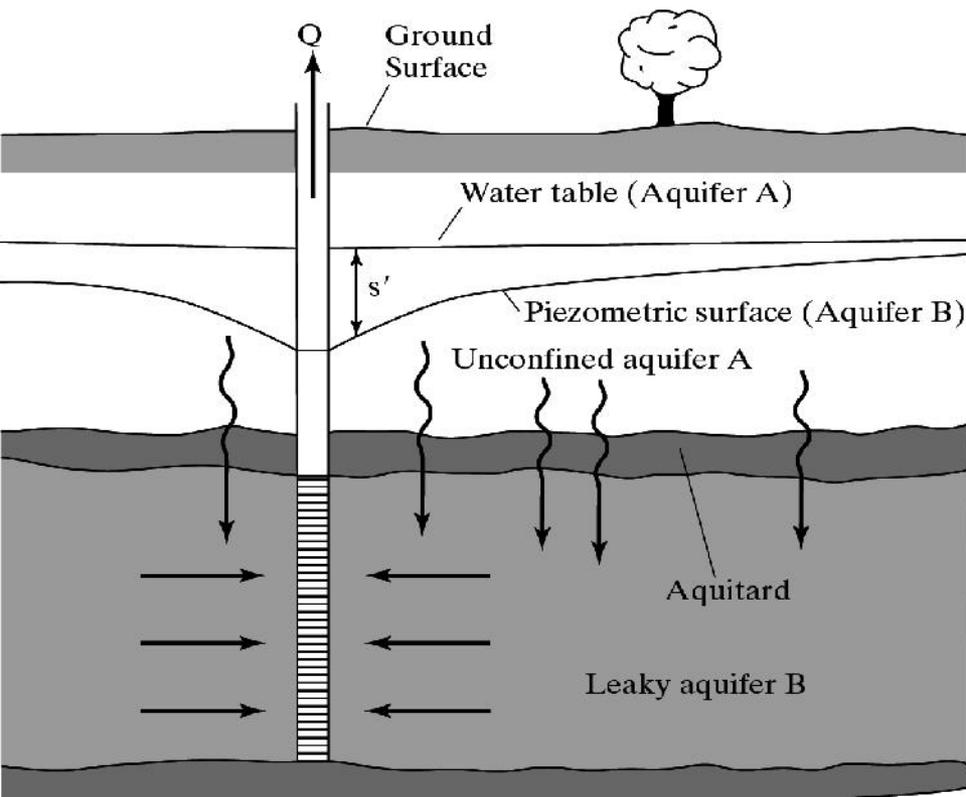
Manfaat:

mengatur dan mengoptimalkan pemanfaatan airtanah tanpa mengganggu sistem akuifer bocor atau semi tertekan.

# Akuifer Bocor atau Semi Tertekan

Akuifer bocor atau semi tertekan merupakan akuifer yang terletak di bawah lapisan setengah kedap air atau lapisan akuitar.

Umumnya, dijumpai terletak diantara akuifer bebas dengan akuifer tertekan.



Akuifer bocor bersifat kompleks, ketika pemompaan air diambil dari akuifer di atasnya maupun dari bagian yang jenuh (akuitar).

Adanya penurunan muka piezometrik di bawah MAT, airtanah dapat bermigrasi secara vertikal ke bawah dan bergerak horizontal menuju sumur.

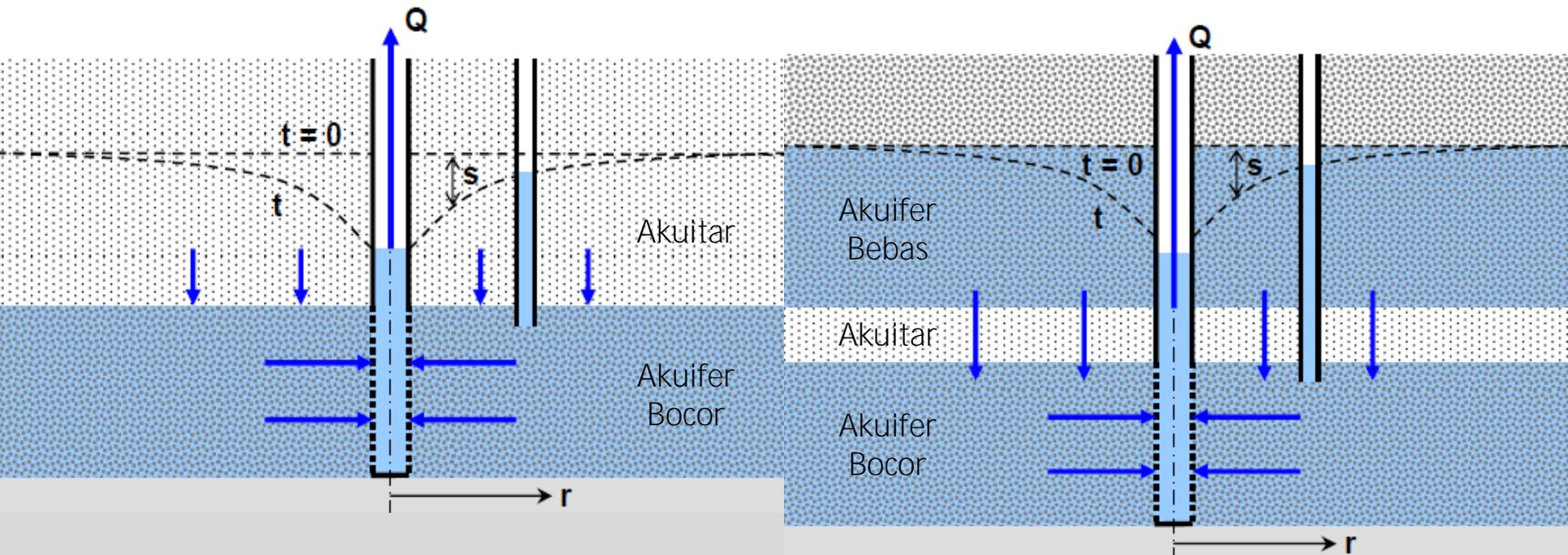
# Metode Uji Pemompaan

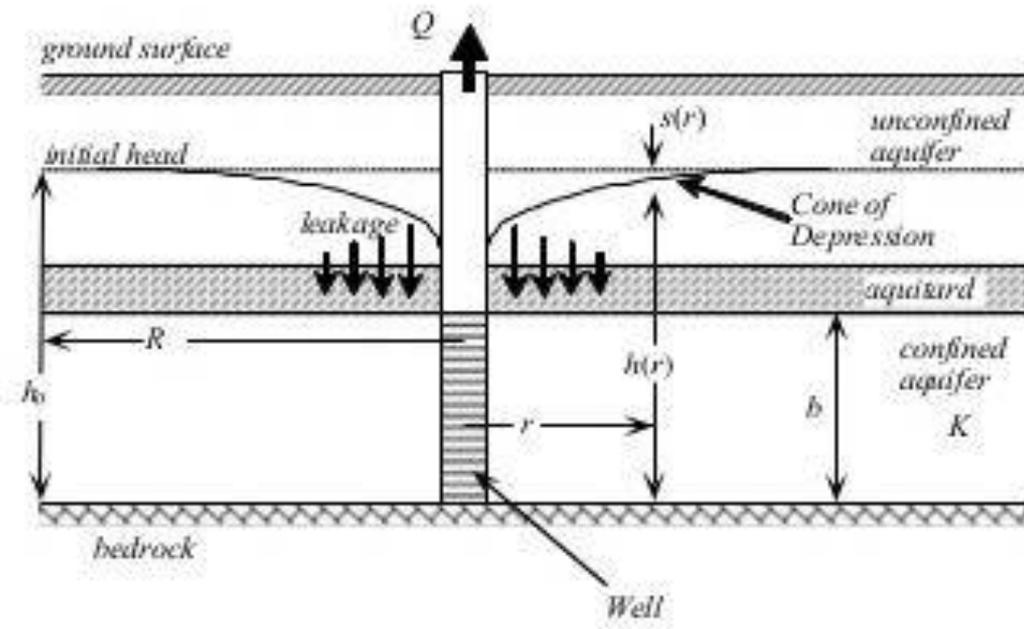
## Unsteady State Flow:

- Walton
- Hantush dapat diterapkan pada 2 kondisi:
  1. Akuifer semi tertekan yang mendapat imbuhan dari akuitar di atasnya.
  2. Akuifer semi tertekan yang mendapat imbuhan dari akuifer lain melalui akuitar.

1. Akuifer semi tertekan mendapat imbuhan dari akuitar di atasnya.

2. Akuifer semi tertekan mendapat imbuhan dari akuifer lain melalui akuitar.





Pada saat terjadi kebocoran atau rembesan airtanah dari lapisan akuifer lain, nilai drawdown (s) pd uji pemompaan akan lebih kecil dari akuifer tertekan.

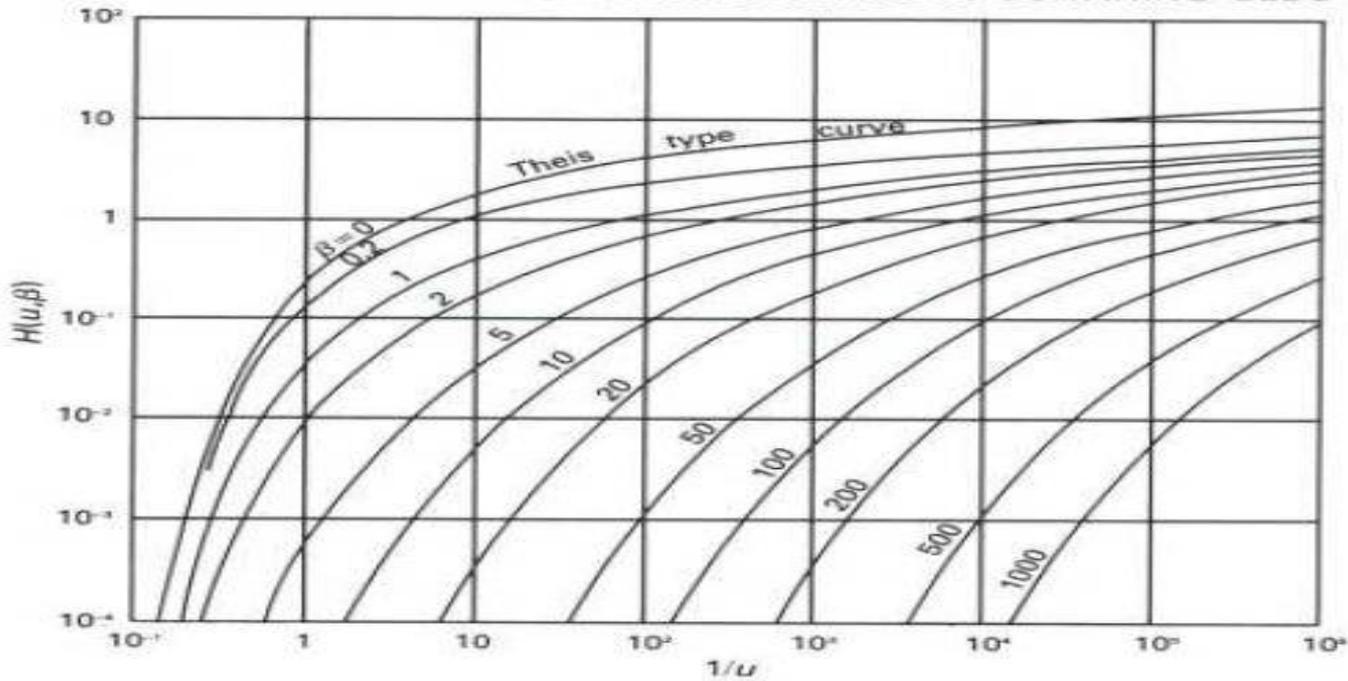
?

$$T = \frac{K' b'}{b} \quad \left( \frac{L}{T} \right)$$

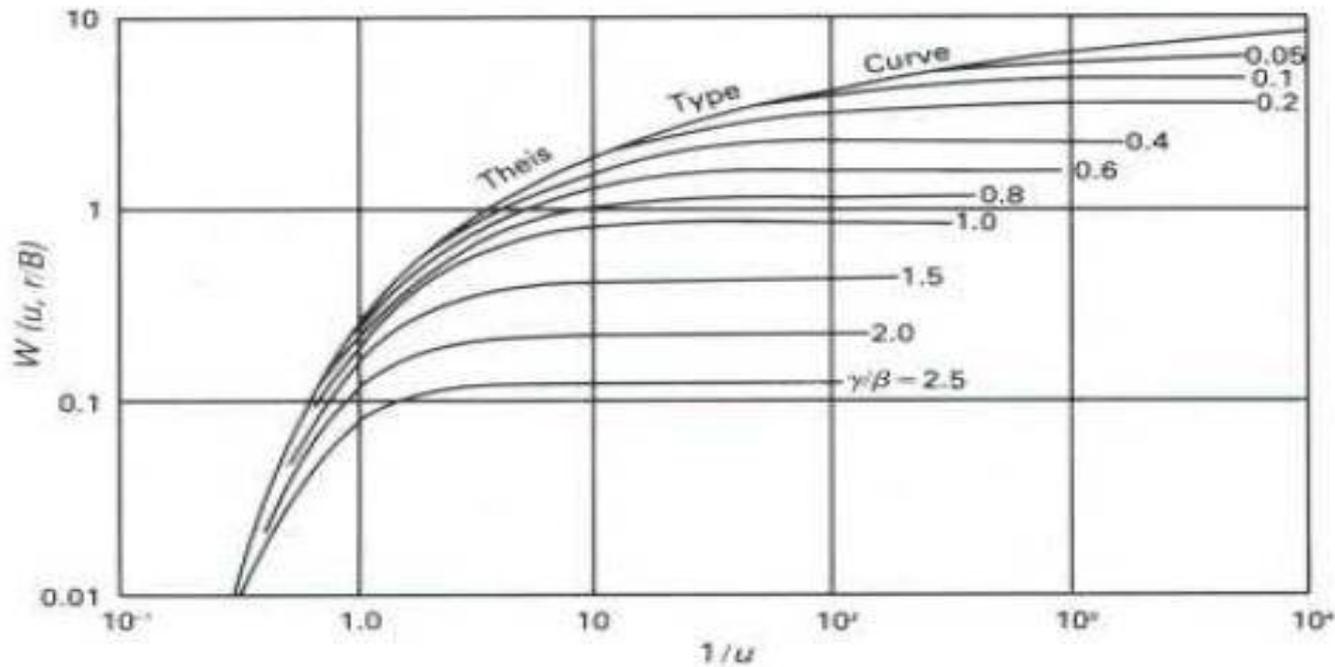
$$S = \frac{Q}{4 \pi T h_0} \quad (-)$$

$$K' = \frac{Q}{4 \pi b'} \quad (-)$$

- T : Transmisivitas akuifer
- S : Storativitas
- K' : Konduktivitas hidrolika vertikal
- Q : Debit
- s : Drawdown
- W(u,r/B) : fungsi sumur utk akuifer bocor/semi-tertekan
- r : Jarak sumur pemboran – sumur observasi
- B : Faktor kebocoran
- t : Waktu pemompaan
- b' : Ketebalan akuitard



Kurva Tipe Hantush, utk akuifer semi-tertekan yg menerima imbuhan dari akuitar di atasnya.



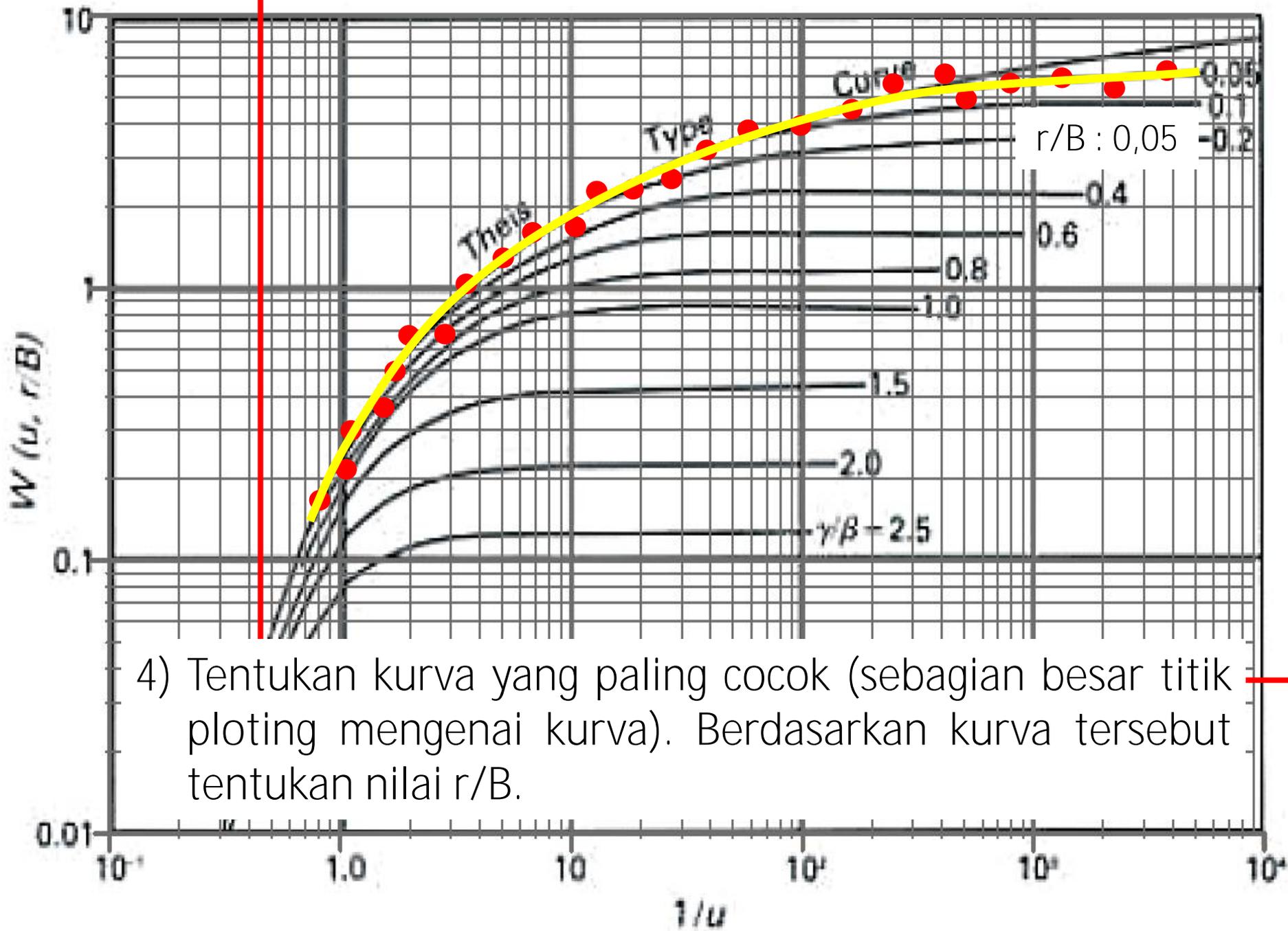
Kurva Tipe Hantush, utk akuifer semi-tertekan yg menerima imbuhan dari akuifer lain dan permukaan melalui akuitar.

## Langkah Pengerjaan: Metode Hantush pada Akuifer Semi Tertekan yg mendapat imbuhan dari akuifer lain melalui Akuitar.

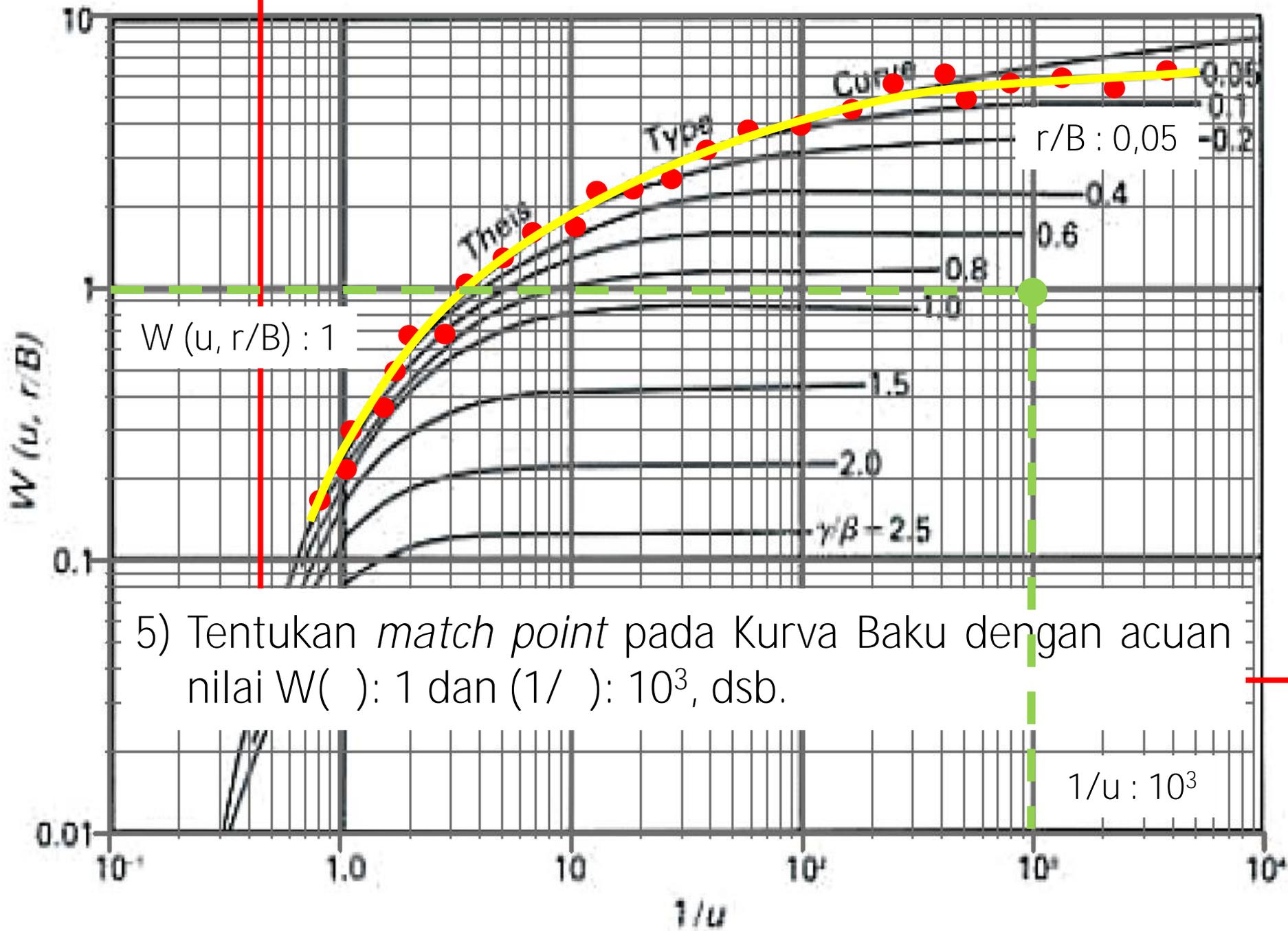
- 1) Tampilkan kertas kalkir di atas Grafik Double Log.
- 2) Plotkan nilai *drawdown* ( $s$ ) pada sumbu Y dan plot waktu penurunan airtanah selama pemompaan pada sumur pengamat ( $t$ ) pada sumbu X.

3) Tampilkan kertas kalkir di atas Kurva Baku hingga saling berhimpitan pada kurva r/B (kedua sumbu selalu sejajar).



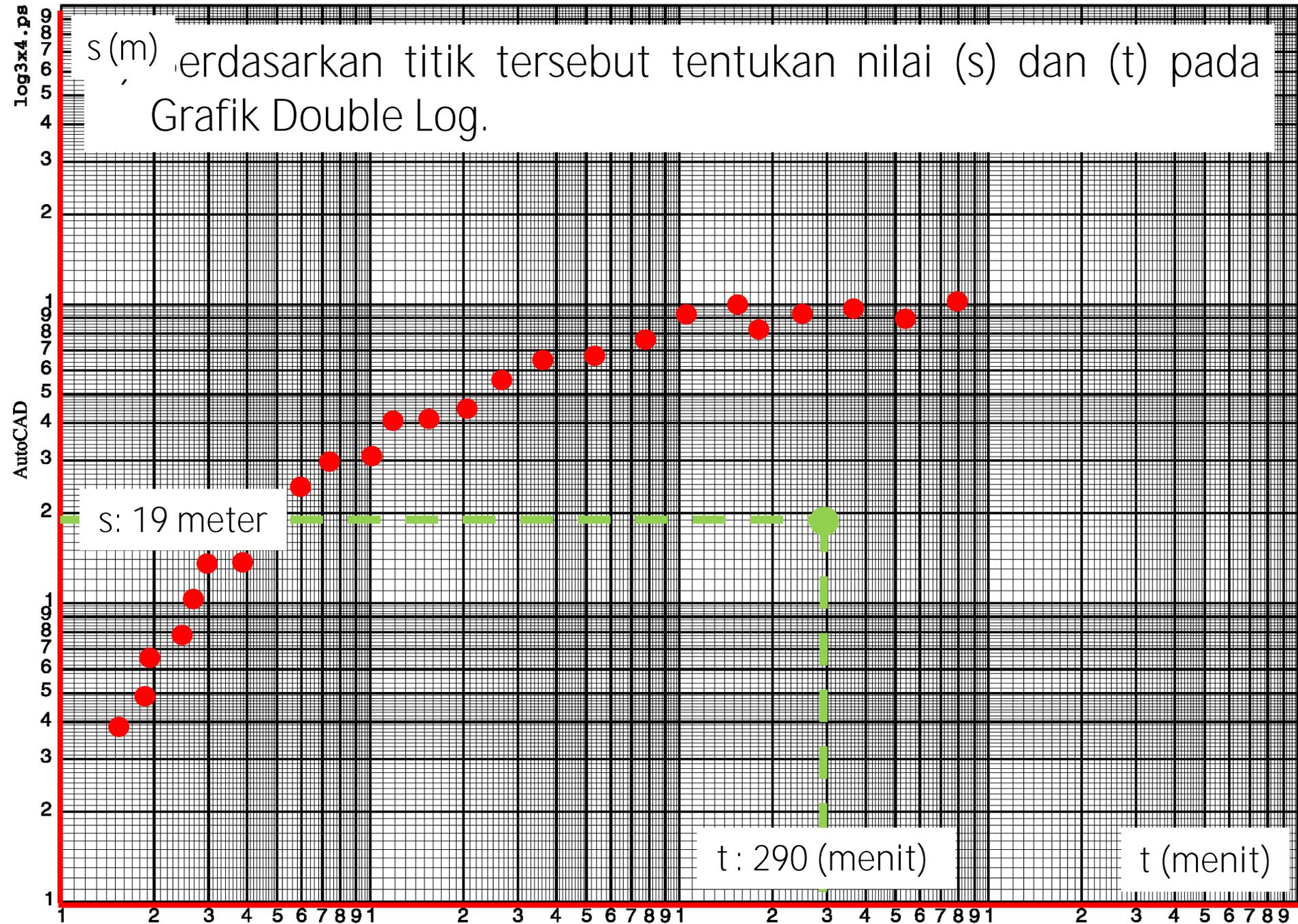


4) Tentukan kurva yang paling cocok (sebagian besar titik plotting mengenai kurva). Berdasarkan kurva tersebut tentukan nilai  $r/B$ .



5) Tentukan *match point* pada Kurva Baku dengan acuan nilai  $W(\ ) : 1$  dan  $(1/ \ ) : 10^3$ , dsb.

$s$  (m) berdasarkan titik tersebut tentukan nilai  $(s)$  dan  $(t)$  pada Grafik Double Log.



5) Tentukan nilai Koefisien Kemenerusan Airtanah (T), Daya Simpan Airtanah (S), dan Konduktifitas Hidrolika (K') dari lapisan akuitar berdasarkan persamaan:

$$T = \frac{?}{(, -)}$$

$$S = \frac{}{}$$

$$K' = \frac{(-)}{}$$

# FORMAT LAPORAN

- 1) Tulis tangan
- 2) Cover
- 3) Data uji pemboran
- 4) Grafik Metode Hantush
- 5) Perhitungan berdasarkan Metode Hantush

Dalam mengerjakan perhitungan, tuliskan:  
Diketahui; Ditanyakan; dan Jawab.

TERIMAKASIH



## UJI PEMOMPAAN PADA AKUIFER BOCOR/SEMI-TERTEKAN DENGAN METODE HANTUSH

Akuifer bocor atau semi-tertekan merupakan suatu akuifer yang berkembang di bawah lapisan semi-kedap air atau akuitar. Suatu lapisan akuifer bocor dapat dijumpai berada di bawah lapisan akuitar maupun berada diantara dua lapisan akuitar yang terdapat pada bagian atas dan bawah.

Proses imbuan airtanah pada akuifer bocor dapat terjadi pada dua kondisi. Pertama, lapisan akuifer bocor memperoleh imbuan air melalui suatu lapisan akuitar yang terdapat di atasnya. Kedua, dan 2) akuifer bebas ataupun akuifer tertekan melalui lapisan akuitar.

Pada praktikum ini, uji pemompaan pada akuifer bocor dilakukan berdasarkan Metode Hantush yang dapat diterapkan apabila: 1) diameter sumur kecil; 2) berkembang pada akuifer bocor; dan 3) aliran aliran berubah-ubah seiring waktu dengan drawdown ( $s$ ) dan waktu penurunan airtanah ( $t$ ). Uji pemompaan dengan Metode Hantush, dilakukan guna menentukan Koefisien Kemenerusan Airtanah/Transmisivitas, Daya Simpan Airtanah/Storativitas, dan Konduktivitas Hidrolika.

Koefisien Kemenerusan Airtanah/Transmisivitas ( $T$ ) merupakan jumlah air yang mampu dialirkan melalui suatu bidang vertical pada setiap satuan tebal dan lebar akuifer pada setiap unit gradien hidrolik. Daya Simpan Airtanah/Storativitas ( $S$ ) merupakan jumlah air dalam akuifer yang mampu disimpan ataupun dikeluarkan setiap satuan luas pada setiap perubahan kedudukan muka airtanah. Koefisien Kelulusan Air/Konduktivitas Hidrolika ( $K$ ) merupakan kemampuan lapisan batuan meluluskan air.

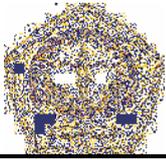
### Maksud dan Tujuan

Maksud dilaksanakan Praktikum: Uji Pemompaan Akuifer Bocor, 1) guna mengetahui metode yang digunakan dan 2) mengetahui langkah kerja dari metode yang digunakan. Tujuan pelaksanaan Praktikum: Uji Pemompaan Akuifer Bocor, guna menentukan nilai Koefisien Kemenerusan Airtanah ( $T$ ), Daya Simpan Airtanah ( $S$ ), dan Konduktivitas Hidrolika ( $K'$ ).

### Alat dan Bahan

Guna mendukung pelaksanaan Praktikum: Uji Pemompaan Akuifer Bocor, diperlukan sejumlah alat dan bahan. Berikut alat dan bahan yang diperlukan:

- a) alat tulis (pensil, pulpen, penggaris, dan penghapus);



- b) kertas kalkir;
- c) kertas Double Log;
- d) kalkulator;
- e) data uji pemompaan; dan
- f) Kurva Baku.

Langkah Kerja Uji Pemompaan dengan Metode Hantush:

- 1) Tampalkan kertas kalkir di atas Grafik Double Log.
- 2) Plotkan nilai *drawdown* (s) pada sumbu Y dan plot waktu penurunan airtanah selama pemompaan pada sumur pengamat (t) pada sumbu X.
- 3) Lepaskan kertas kalkir. Tampalkan kertas kalkir di atas Kurva Baku hingga titik plotting berhimpitan pada kurva r/B yang sesuai (kedua sumbu selalu sejajar). Titik plotting sebagian besar mengenai kurva baku.
- 4) Berdasarkan kurva tersebut, tentukan nilai r/B.
- 5) Tentukan titik (*match point*) pada Kurva Baku, dengan acuan nilai  $W(u, r/B)$ : 1 dan (u) : 100, dsb. Tandai titik (*match point*) tersebut, misal: A atau .
- 6) Tampalkan kembali kertas kalkir pada Grafik Double Log. Berdasarkan titik (*match point*) tersebut, tentukan nilai (s) dan (t).
- 7) Tentukan nilai Koefisien Kemenerusan Airtanah (T), Daya Simpan Airtanah (S), dan Konduktivitas Hidrolika (K') berdasarkan persamaan:

$$T = \frac{Q}{4\pi M} W(u, r/B)$$

$$S = \frac{Q}{4\pi M} \frac{W(u, r/B)}{u}$$

$$K' = \frac{Q}{4\pi M} \frac{W(u, r/B)}{u} \frac{r^2}{s}$$

#### Soal Latihan

Suatu sumur menembus penuh pada akuifer tertekan dengan lapisan akuifer bocor /semi-tertekan pada bagian atas, dilakukan pemompaan dengan debit konstan sebesar 600 m<sup>3</sup>/hari. Lapisan akuifer bocor memiliki tebal sebesar 14 meter. Berdasarkan data waktu penurunan m.a.t dan drawdown (Tabel 1) pada sumur pengamat yang terletak 40 meter dari sumur yang dilakukan pemompaan, tentukan:



- a) Koefisien Kemenerusan Airtanah (T) akuifer?
- b) Daya Simpan Airtanah (S) akuifer?
- c) Konduktifitas Hidrolika (K) akuifer bocor?

Tabel 1. Data uji pemompaan akuifer bocor pada sumur pengamat.

t (menit)	s (m)	t (menit)	s (m)	t (menit)	s (m)
0	0,00	30	10,70	120	12,41
2	5,65	40	11,14	150	12,69
4	6,96	50	11,46	180	12,85
6	7,72	60	11,62	210	13,09
8	8,00	70	11,86	240	13,13
10	8,71	80	12,02	270	13,25
15	9,47	90	12,26	300	13,33
20	9,99	100	12,33	360	13,37
25	10,35	110	12,37	420	13,41

Praktikum Hidrogeologi  
Prodi Teknik Geologi  
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta



ACARA III.  
PENGUKURAN DEBIT ALIRAN



# Definisi Debit Aliran

Satuan besaran air yang keluar dari Daerah Aliran Sungai (DAS), menggambarkan jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per waktu.

Laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu (Asdak, 2002).

Dipengaruhi : curah maupun intensitas hujan, sehingga pada musim kemarau debit aliran menyusut dan pada musim hujan debit aliran semakin deras. Besar kecilnya debit aliran mempengaruhi sedimentasi yang terjadi pada hulu sungai.

# Tujuan

Menentukan debit tertinggi (banjir) maupun debit terendah (kemarau) suatu aliran sungai.

Mengetahui potensi sumberdaya air di suatu wilayah DAS, baik pada .

# Manfaat

Acuan dalam pengelolaan sumberdaya air permukaan.

Acuan dalam merancang bangunan pengendali banjir.

Pengukuran  
Debit, pada  
pemompaan  
sumur.

Ember/Drum dgn  
skala tertentu

Pancaran

Lubang

Ambang

## Ember/Drum dgn skala tertentu

- Wadah yang diketahui volumenya.
- Catat waktu air yang keluar dari pemompaan.

## Pancaran

- Pancaran vertikal pengukuran pd sumur artesis atau sumur pompa.
- Pancaran horizontal relatif sama dengan pancaran vertikal, namun arahnya berbeda.

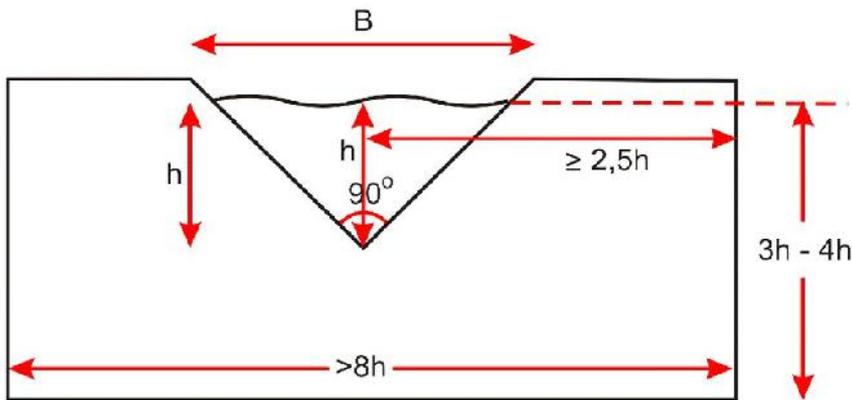
## Lubang

- *Circular Orifice* pengukuran pd pemompaan sistem sentrifugal & turbin.
- *Orifice Bucket* pengukuran pd pemompaan sistem piston atau pd pemompaan dgn pengeluaran tidak konstan.

# Ambang

- Ambang Thompson
- Ambang Cipoletti

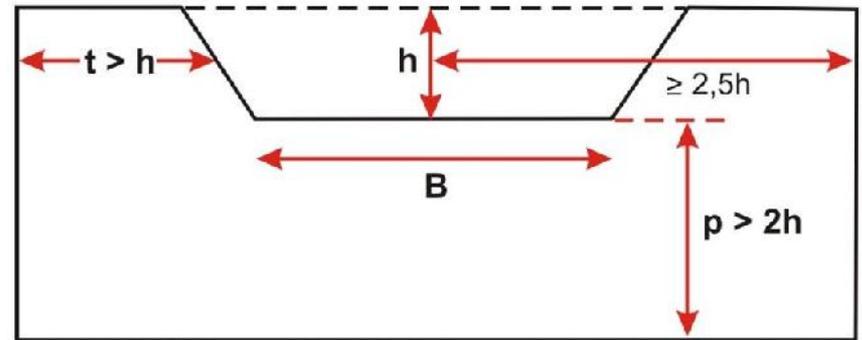
## Ambang Thompson



$$Q = 0.0139 \times h^{5/2} \text{ (l/detik)}$$

$h$  : tinggi muka air (cm)

## Ambang Cipoletti



$$Q = 0.0186 \times B \times h^{3/2} \text{ (l/detik)}$$

$B$  : lebar ambang (m)

$h$  : tinggi muka air (cm)

# Pengukuran Debit Aliran

## *Current meter*

alat pengukur kecepatan aliran.

Distribusi kecepatan aliran sungai tidak sama, sehingga pengukuran dilakukan pada beberapa titik.

Prinsip kerja: semakin cepat putaran baling-baling pada alat, maka semakin cepat aliran sungai.

## Pelampung

Pengukuran kecepatan aliran sungai berdasarkan waktu tempuh pelampung dgn jarak tertentu.

# Pengukuran debit aliran dengan Metode Pelampung

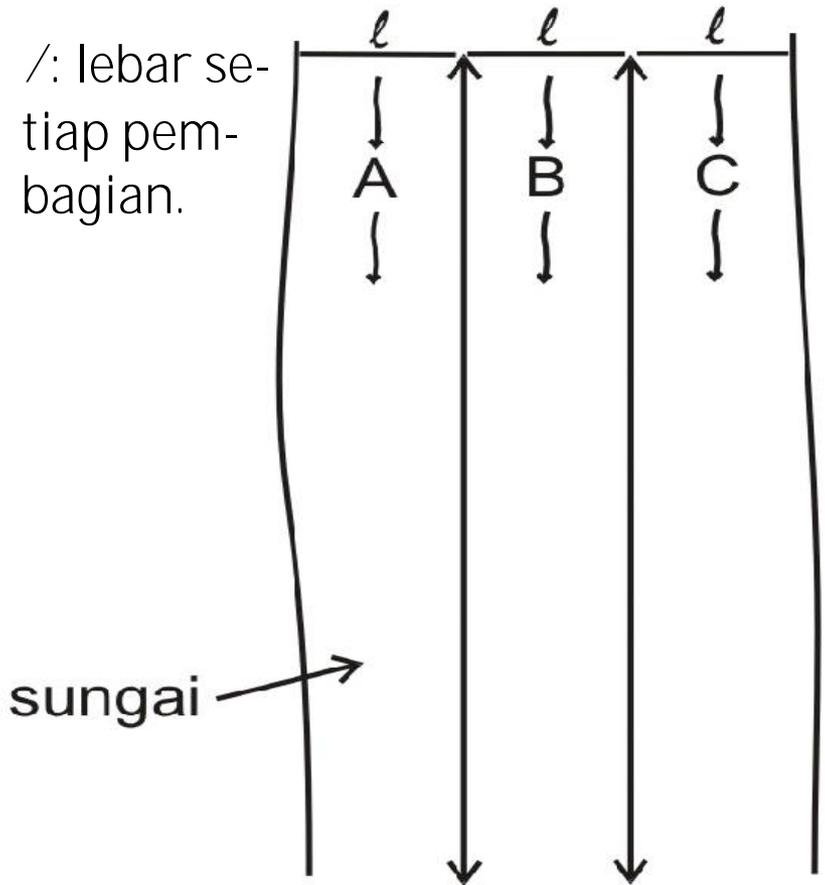
Bahan	Alat
Tabel pendataan	Alat tulis
Buku catatan	Pelampung kayu
Kertas HVS	Meteran
	Stop watch
	Kalkulator

# Cara Kerja: Pengukuran kecepatan aliran

1. Sungai dibagi 3 bagian sama lebar, yaitu: A) segmen tepi kiri; B) segmen tengah; dan C) segmen tepi kanan.

Lebar segmen A = lebar segmen B = lebar segmen C.

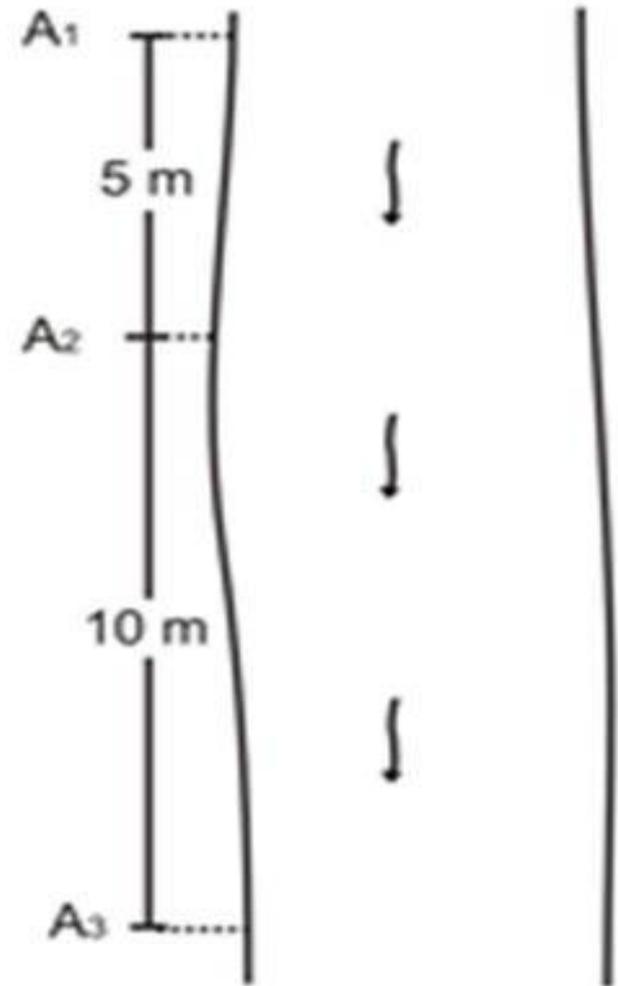
Pembagian penampang sungai dlm penghitungan kecepatan aliran.

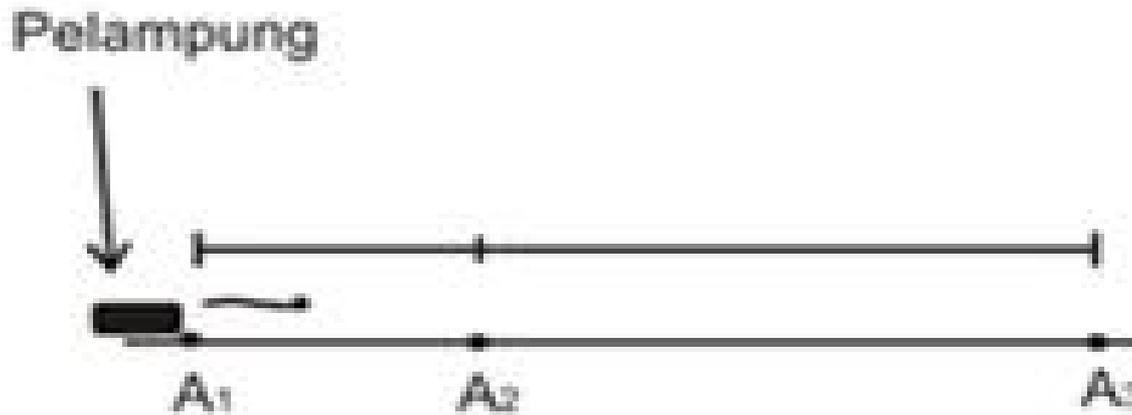


2. Tentukan panjang lintasan guna pengukuran waktu lintas pelampung.

Titik pelepasan pelampung (A1) menuju titik awal pengukuran (A2) : 5 meter.

Titik A2 menuju titik akhir pengukuran (A3) : 10 meter.





3. Lepaskan pelampung dari titik A1 hingga bergerak menuju titik A2.

Ketika pelampung mencapai titik A2 (nyalakan stopwatch) lakukan pengukuran waktu lintas pelampung sejauh 10 meter menuju titik A3 (matikan stopwatch).

Catat waktu lintas pada form/tabel isian.

Lepaskan pelampung dan tentukan waktu lintas masing-masing segmen sebanyak 3 kali (segmen tepi kiri A; segmen tengah B; dan segmen tepi kanan C).

“Apabila terjadi penyimpangan waktu ( $t$ ) cukup besar, maka gunakan ( $t$ ) dengan nilai paling mendekati. Misal  $t_1 = 12$  detik;  $t_2 = 13$  detik; dan  $t_3 = 16$  detik, maka nilai waktu ( $t$ ) yang digunakan  $t_1$  dan  $t_2$  yang memiliki nilai ( $t$ ) cukup mendekati. Namun, apabila penyimpangan tidak terlalu besar, ketiga data hasil pengukuran waktu ( $t$ ) dapat digunakan.”

4. Tentukan kecepatan aliran ( $V$ )  $V = S/t$  (m/detik),

dengan  $S$ : jarak A2 – A3 (m) dan  $t$ : waktu (detik)

5. Tentukan kecepatan rata-rata setiap segmen

- $V_A = (V_{A1} + V_{A2} + V_{A3})/3$  (m/detik)

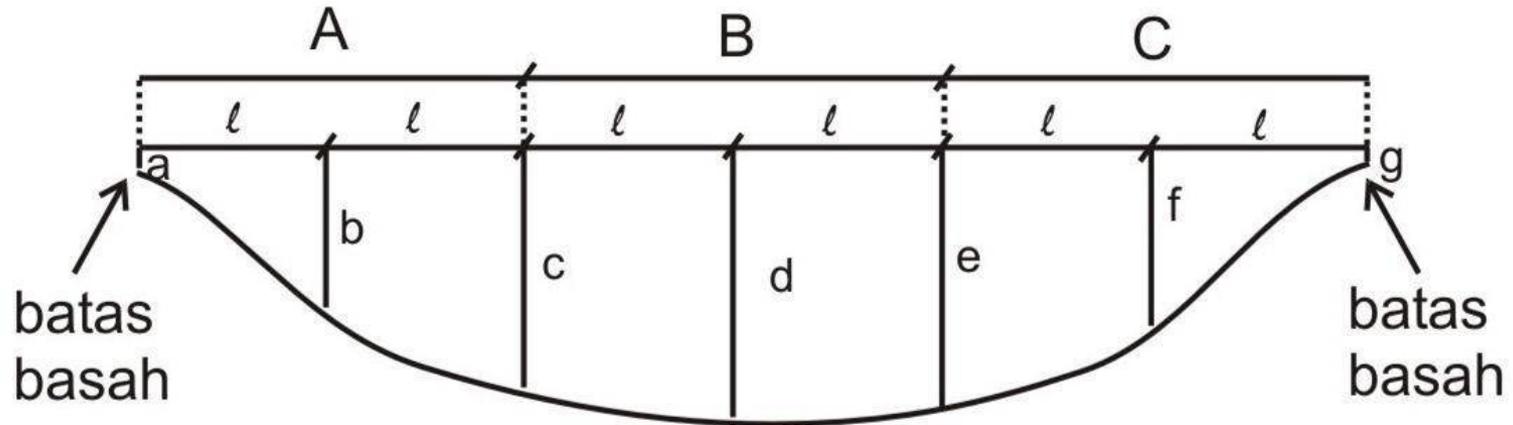
- $V_B = (V_{B1} + V_{B2} + V_{B3})/3$  (m/detik)

- $V_C = (V_{C1} + V_{C2} + V_{C3})/3$  (m/detik)

6. Tentukan kecepatan aliran sungai ( $V_s$ )

$$V_s = (V_A + V_B + V_C)/3 \text{ (m/detik)}$$

# Cara Kerja: Pengukuran luas penampang



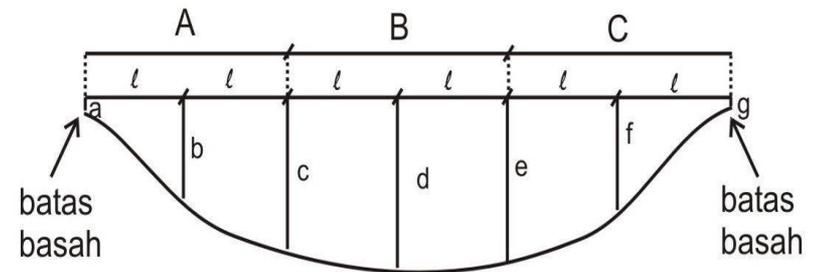
1. Bagi lebar sungai menjadi 3 bagian sama besar, yaitu: segmen A; segmen B; dan segmen C.
2. Bagi setiap segmen menjadi 2 bagian sama lebar ( $l$ ).
3. Lakukan pengukuran kedalaman  $a$ ;  $b$ ;  $c$ ;  $d$ ;  $e$ ;  $f$ ; dan  $g$ .

4. Tentukan luas penampang setiap segmen

- $L_A = \frac{\times \times ( + + )}{\times \times ( + + )} (m^2)$

- $L_B = \frac{\times \times ( + + )}{\times \times ( + + )} (m^2)$

- $L_C = \frac{\times \times ( + + )}{\times \times ( + + )} (m^2)$



5. Tentukan luas penampang sungai (A)

$$A = L_A + L_B + L_C (m^2)$$

# Cara Kerja: Pengukuran Debit Aliran

1. Tentukan debit aliran sungai (Q)

$$Q = V_s \times A \times k \text{ (liter/detik)}$$

Dengan  $V_s$ : kecepatan aliran sungai (m/detik);  $A$ : luas penampang sungai ( $m^2$ ); dan  $k$ : koefisien pelampung (0,8).

Pengisian  
tabel  
Kecepatan  
Aliran

Segmen	Pengukuran ke	S (m)	t (detik)	v (m/detik)	V rata- rata (m/detik)
A	1				
	2				
	3				
B	1				
	2				
	3				
C	1				
	2				
	3				
				Vs	

Pengisian  
tabel  
Luas  
Penampang  
Sungai

Segmen	/ (m)	Kedalaman (m)		L penampang (m <sup>2</sup> )
A		a		
		b		
		c		
B		c		
		d		
		e		
C		e		
		f		
		g		
			A	

- Lokasi:
- Waktu pelaksanaan:
- Format Laporan:  
    Tambahkan ya

# PELAKSANAAN & FORMAT LAPORAN

TERIMAKASIH

## PENGUKURAN DEBIT ALIRAN

Debit aliran, salah satu komponen yang berperan dalam proses hidrogeologi di permukaan. Debit aliran merupakan jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per waktu, menunjukkan satuan besaran air yang keluar dari Daerah Aliran Sungai (DAS). Menurut Asdak (2002), debit aliran merupakan laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu.

Debit aliran terutama dipengaruhi curah maupun intensitas hujan. Hal tersebut akan menyebabkan pada musim kemarau debit aliran akan menyusut, sedangkan pada musim hujan debit aliran semakin deras. Dengan demikian, pengukuran debit aliran perlu dilakukan pada curah hujan tertinggi, curah hujan terendah maupun pada musim kemarau. Besar kecilnya debit aliran akan mempengaruhi sedimentasi yang terjadi pada hulu sungai.

### Maksud dan Tujuan

Maksud dilaksanakan Praktikum: Pengukuran Debit Aliran, guna 1) mengetahui jenis metode pengukuran debit aliran; 2) mengetahui langkah kerja pengukuran debit aliran; dan 3) mampu melakukan pengukuran debit aliran. Tujuan pelaksanaan Praktikum: Pengukuran Debit Aliran, guna menentukan debit aliran sungai.

### Alat dan Bahan

Guna mendukung pelaksanaan Praktikum: Pengukuran Debit Aliran, diperlukan sejumlah alat dan bahan. Berikut alat dan bahan yang diperlukan:

- a) alat tulis (pencil, pulpen, penggaris, dan penghapus);
- b) kalkulator;
- c) stop watch;
- d) meteran;
- e) kertas HVS;
- f) buku catatan lapangan; dan
- g) tabel pendataan.

Pada praktikum ini, terdapat tiga tahapan dalam menentukan debit aliran, yaitu: 1) Pengukuran Kecepatan Aliran; 2) Pengukuran Luas Penampang; dan 3) Penentuan Debit Aliran. Berikut langkah kerja dari masing-masing tahapan.



1. Langkah Kerja: Pengukuran Kecepatan Aliran

- a) Tentukan bagian tubuh sungai sebagai lokasi pengukuran debit aliran.
- b) Bagi sungai menjadi 3 bagian sama lebar ( $\lambda$ ), yaitu: A) segmen tepi kiri; B) segmen tengah; dan C) segmen tepi kanan (Gambar 1).

Gambar 1.

Pembagian penampang sungai menjadi 3 bagian sama lebar. Lebar segmen A = lebar segmen B = lebar segmen C.

- c) Tentukan panjang lintasan pengukuran, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Titik pelepasan pelampung (A1) menuju titik awal pengukuran (A2) sejauh 5 meter. Titik A2 menuju titik akhir pengukuran (A3) sejauh 10 meter.

Gambar 2.

(Kiri) Pembagian panjang lintasan pengukuran kecepatan.  
(Kanan) Titik pelepasan pelampung.

- d) Lepaskan pelampung dari titik A1 (Gambar 2) hingga bergerak menuju titik A2. Ketika pelampung mencapai titik A2, lakukan pengukuran waktu lintas pelampung sejauh 10 meter menuju titik A3 menggunakan *stopwatch*.

"Apabila terjadi penyimpangan waktu ( $t$ ) cukup besar, maka gunakan ( $t$ ) dengan nilai paling mendekati. Misal  $t_1 = 12$  detik;  $t_2 = 13$  detik; dan  $t_3 = 16$  detik, maka nilai waktu ( $t$ ) yang digunakan  $t_1$  dan  $t_2$  yang memiliki nilai ( $t$ ) cukup mendekati. Namun, apabila penyimpangan tidak terlalu besar, ketiga data hasil pengukuran waktu ( $t$ ) dapat digunakan."



e) Lakukan pengukuran waktu lintas pelampung pada setiap segmen A, segmen B, dan segmen C yang masing-masing dilakukan sebanyak 3 kali.

f) Tentukan kecepatan aliran ( $V$ ), berdasarkan rumus:

$$V = S/t \text{ (m/detik),}$$

dengan  $S$ : jarak  $A_2 - A_3$  (m) dan  $t$ : waktu (detik)

g) Tentukan kecepatan rata-rata setiap segmen dengan rumus:

$$\text{Kecepatan rata-rata segmen A, } V_A = (V_{A1} + V_{A2} + V_{A3})/3 \text{ (m/detik)}$$

$$\text{Kecepatan rata-rata segmen B, } V_B = (V_{B1} + V_{B2} + V_{B3})/3 \text{ (m/detik)}$$

$$\text{Kecepatan rata-rata segmen C, } V_C = (V_{C1} + V_{C2} + V_{C3})/3 \text{ (m/detik)}$$

h) Tentukan kecepatan aliran sungai ( $V_s$ ) dengan rumus:

$$V_s = (V_A + V_B + V_C)/3 \text{ (m/detik)}$$

## 2. Langkah Kerja: Pengukuran Luas Penampang Sungai

a) Bagi lebar sungai menjadi 3 bagian sama besar, yaitu segmen A; segmen B; dan segmen C (Gambar 3). Bagi setiap segmen menjadi 2 bagian sama lebar ( $\lambda$ ), sebagaimana tampak pada Gambar 3.

b) Lakukan pengukuran kedalaman, sebagaimana tampak pada Gambar 3. Tentukan kedalaman dari a; b; c; d; e; f; dan g,

Gambar 3.

Pembagian penampang sungai guna menentukan luas penampang sungai.

c) Tentukan luas penampang setiap segmen dengan rumus:

$$\text{Luas penampang segmen A, } L_A = \text{—————} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{Luas penampang segmen B, } L_B = \text{—————} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{Luas penampang segmen C, } L_C = \text{—————} \text{ (m}^2\text{)}$$

d) Tentukan luas penampang sungai ( $A$ ) dengan rumus:

$$A = L_A + L_B + L_C \text{ (m}^2\text{)}$$



### 3. Langkah Kerja: Pengukuran Debit Sungai

a) Tentukan debit aliran sungai (Q), berdasarkan rumus:

$$Q = V_s \times A \times k \text{ (liter/detik)}$$

dengan  $V_s$  : kecepatan aliran sungai (m/detik);

$A$  : luas penampang sungai ( $m^2$ ); dan

$K$  : koefisien pelampung (0,8).

Lakukan pencatatan setiap data yang diperoleh berdasarkan hasil pengukuran waktu (t) dan kecepatan aliran (V) maupun hasil penentuan kecepatan aliran rata-rata setiap segmen ( $V_A$ ,  $V_B$ , &  $V_C$ ) dan kecepatan aliran sungai ( $V_s$ ), pada Tabel 1. Catat hasil pengukuran lebar sub segmen ( $\lambda$ ); kedalaman (a, b, c, d, e, f, & g); luas penampang setiap segmen ( $L_A$ ,  $L_B$ , &  $L_C$ ); dan luas penampang sungai (A) pada Tabel 2.



Tabel 1. Data pengukuran dan perhitungan kecepatan aliran sungai.

Segmen	Pengukuran ke	S (m)	t (detik)	V (m/detik)	V rata-rata (m/detik)
Vs					

Tabel 2. Data pengukuran dan perhitungan luas penampang sungai.

Segmen	/ (m)	Kedalaman (m)		L penampang (m <sup>2</sup> )
A				

Keterangan: S: jarak lintas pelampung; t: waktu lintas pelampung; V: kecepatan aliran pada setiap segmen per satu kali pengukuran; /: lebar setiap sub segmen; kecepatan aliran rata-rata setiap segmen:  $V_A$ ,  $V_B$ , &  $V_C$ ; luas penampang setiap segmen:  $L_A$ ,  $L_B$ , &  $L_C$ ; dan  $V_s$ : kecepatan aliran sungai; serta A: luas penampang sungai.

Praktikum Hidrogeologi  
Prodi Teknik Geologi  
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta



ACARA IV  
PETA POLA ALIRAN AIR TANAH



# Tujuan

- Mengetahui pergerakan airtanah dalam akuifer.
- Mengetahui hubungan airtanah dengan air permukaan di sekitarnya.
- Menganalisis cadangan airtanah suatu wilayah.

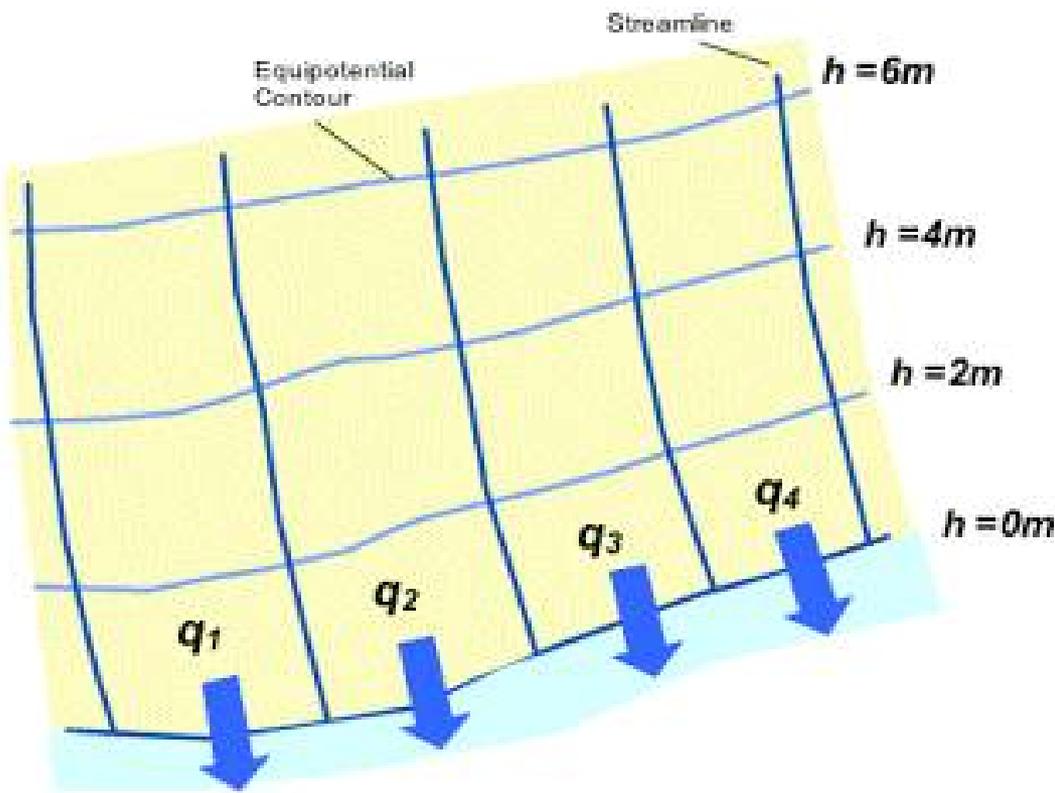
# Apakah yang dimaksud dengan Jaring Aliran

- Jaring aliran merupakan penggambaran hukum kontinuitas aliran air di dalam tanah, umumnya digunakan untuk tanah dengan batasan tertentu.
- Jaring-jaring aliran merupakan penggambaran kumpulan garis equipotensial maupun garis aliran.
- Garis equipotensial merupakan kurva yang mempunyai (*potential head*) yang sama.
- Garis aliran merupakan kurva lintasan dari partikel-partikel air yang bergerak dalam lapisan batuan.

# Kaidah Jaring-jaring Aliran

- Garis aliran airtanah (*groundwater flow lines*) tegak lurus terhadap garis equipotential.
- Garis aliran permukaan (*stream lines*) paralel dengan batas kontur bidang impermeabel (tidak memotong).
- Garis aliran permukaan memotong atau bergabung dengan bidang permeabel baru yang dibatasi oleh potential *head* berbeda.
- Setiap *stream tube* membawa aliran air yang sama.
- Fungsi : membuat peta aliran airtanah.

# Kontur Muka Airtanah & Jaringan aliran

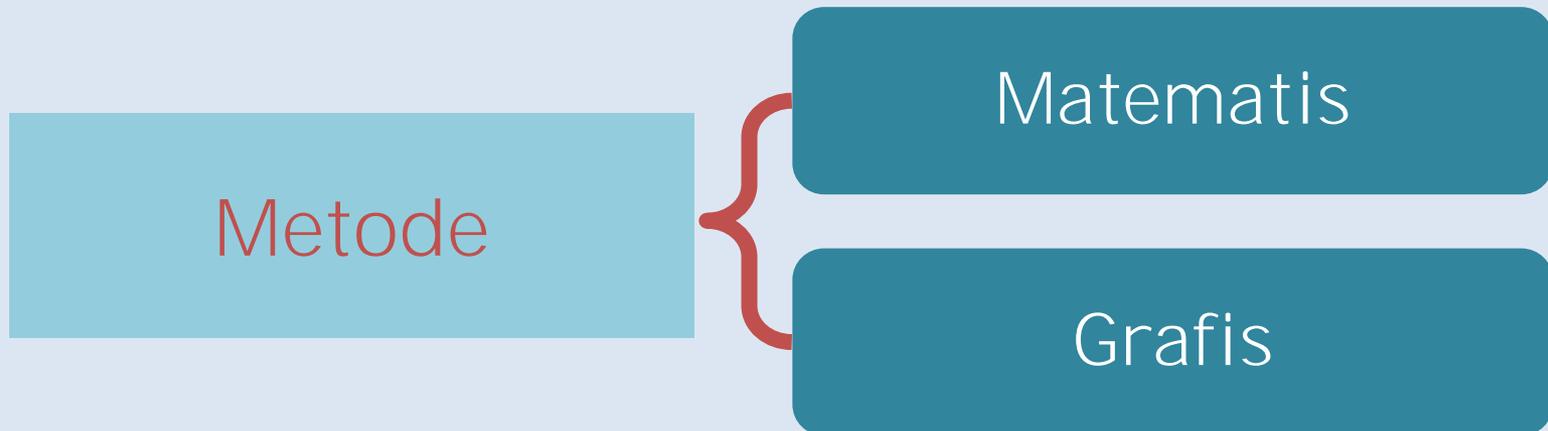


- *Potential head* ekuivalen dengan tinggi muka airtanah.
- Garis yang menghubungkan titik dengan tekanan yang sama (*potential head*) *Equipotential line*.
- *Equipotential line/ equipotential contour* kontur ketinggian m.a.t.
- *Streamline* menunjukkan arah aliran airtanah.

# Problema Tiga Titik

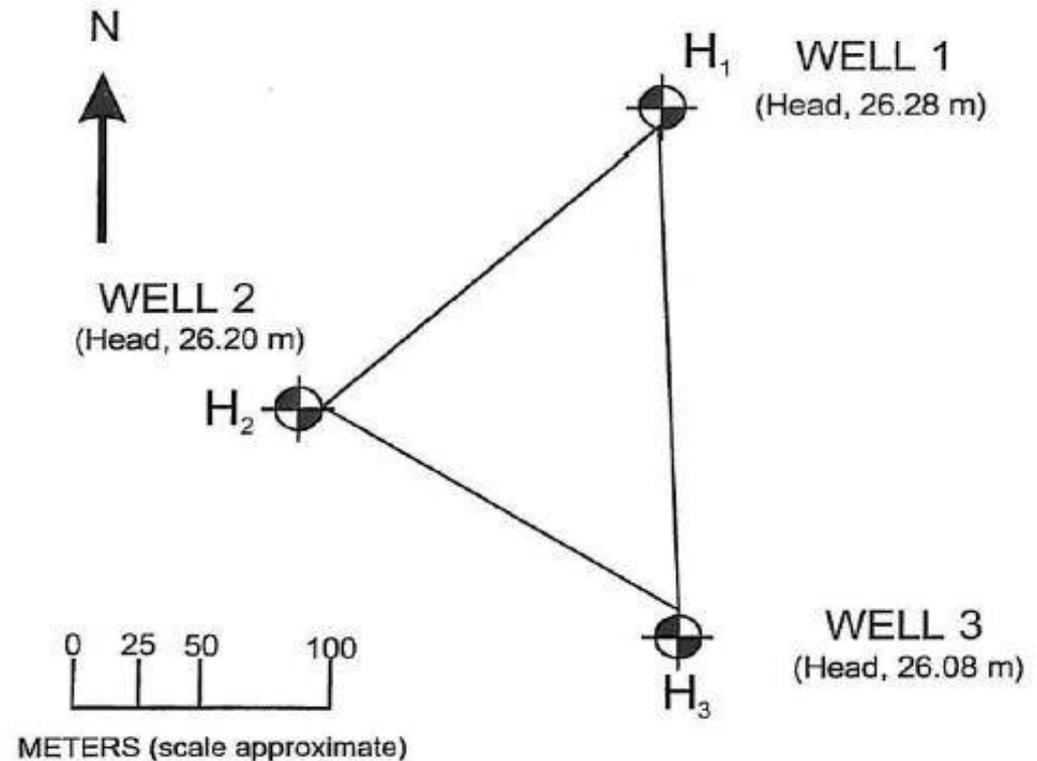
Merupakan suatu metode yang digunakan dalam membuat kontur muka airtanah berdasarkan 3 data ketinggian muka airtanah (*potential head*).

- Dipelajari supaya memahami *sense of art* dalam membuat peta hidrogeologi

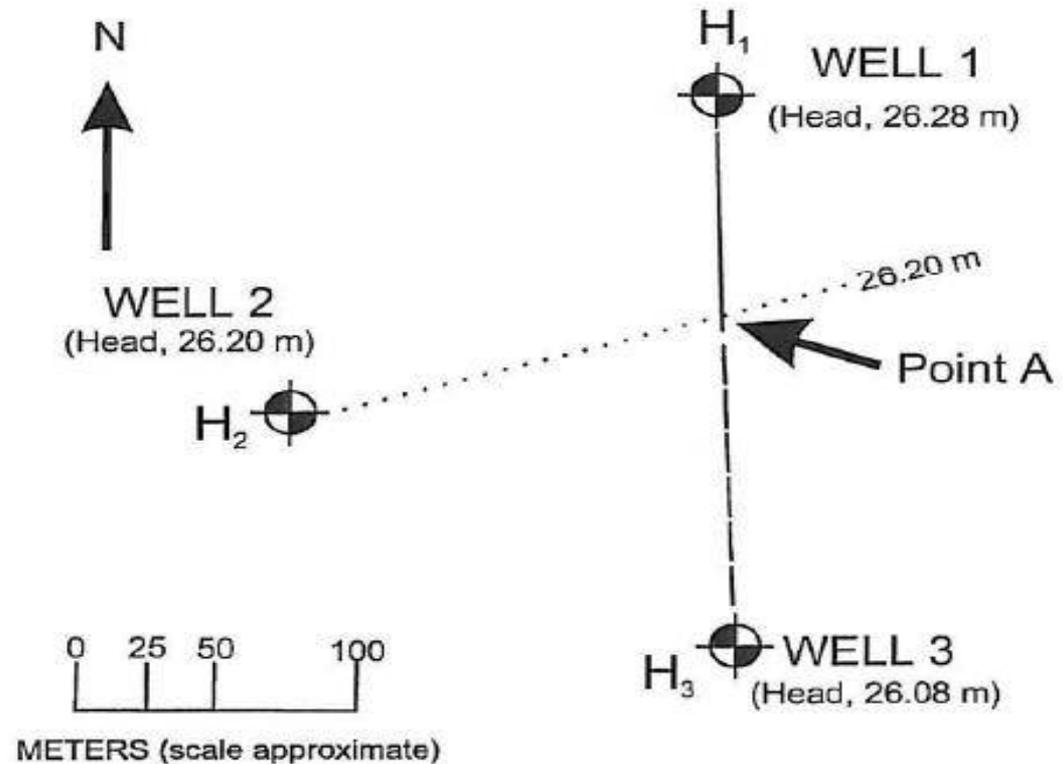


# Cara Kerja: Metode Matematis

1. Pilih data ketinggian muka airtanah (*potential head*) sebagai 3 data sumur.
2. Plot koordinat sumur dan nilai ketinggian muka airtanah (*potential head*) setiap sumur.
3. Hubungkan sumur *head* tertinggi dan sumur *head* terendah melalui satu garis lurus, ditunjukkan pd gambar di samping.



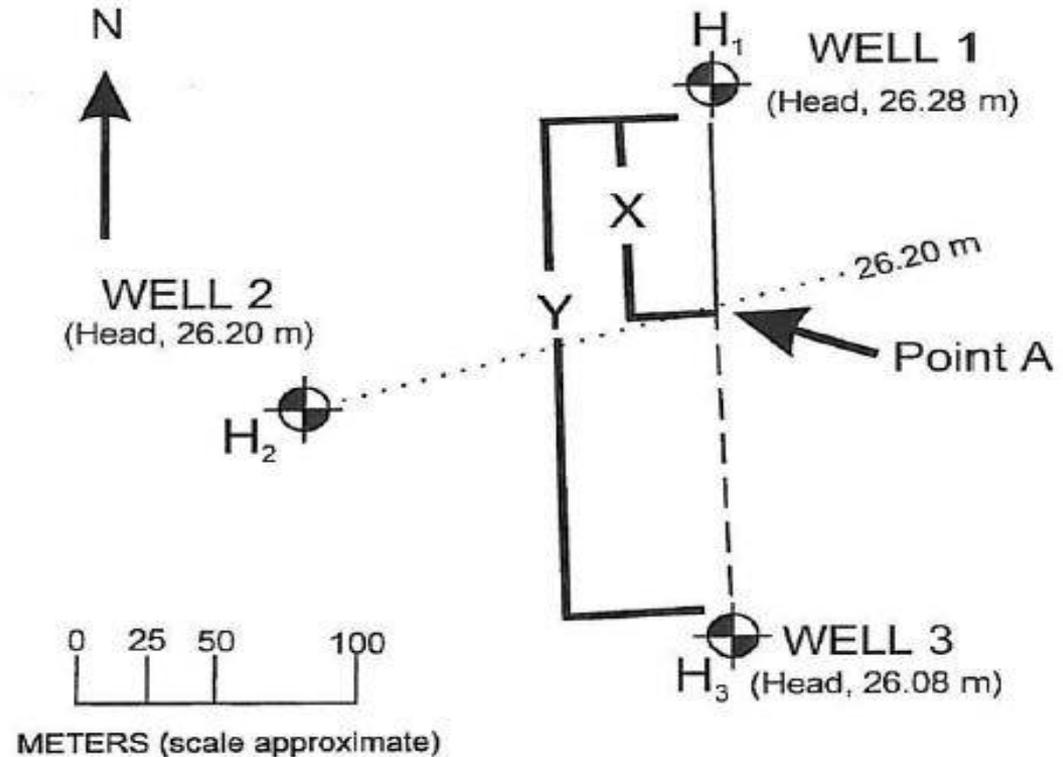
3. Tentukan sumur yang mempunyai nilai ketinggian muka airtanah diantara kedua sumur Well 2.
4. Gambar garis (garis putus-putus) diantara Well 1 dan Well 3 yang menunjukkan perkiraan letak *equipotential line* dari Well 2 (Point A), ditunjukkan pd gambar di samping.



5. Tentukan jarak antara Well 1 dengan Point A, dinotasikan sebagai X, berdasarkan persamaan:

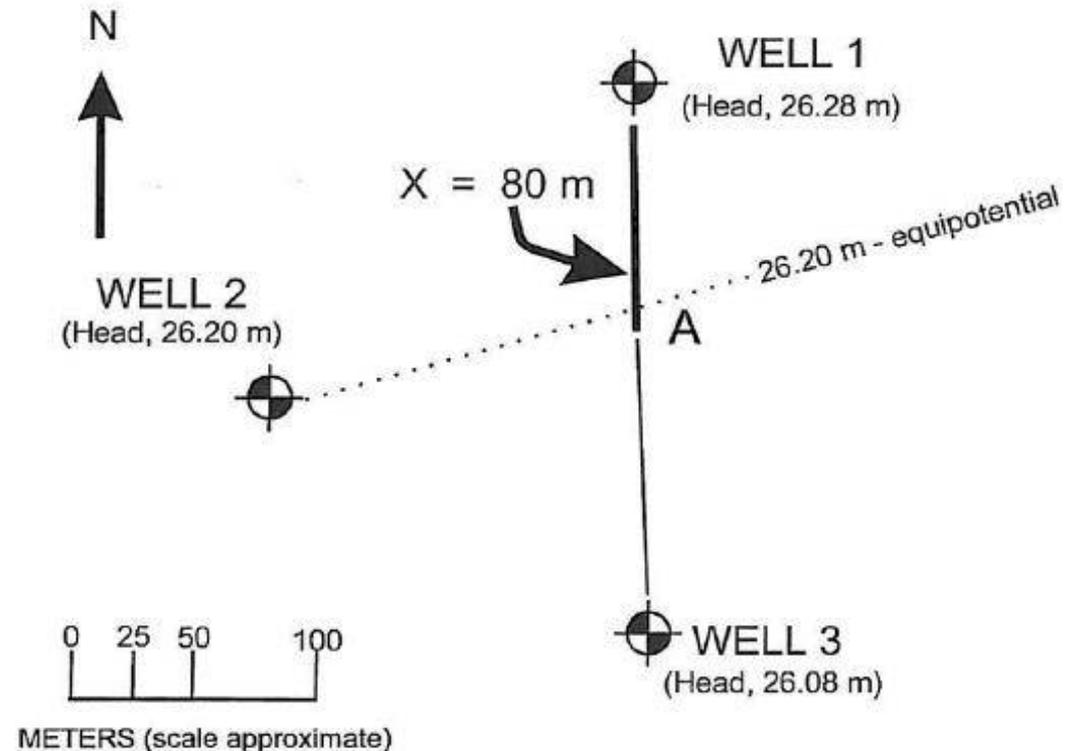
$$\frac{1 - 3}{1 - 2} = \frac{1 - 2}{1 - 3}$$

6. Tentukan jarak antara Well 1 dengan Well 3, dinotasikan Y, diperoleh berdasarkan pengukuran secara langsung pada peta (konversi skala).

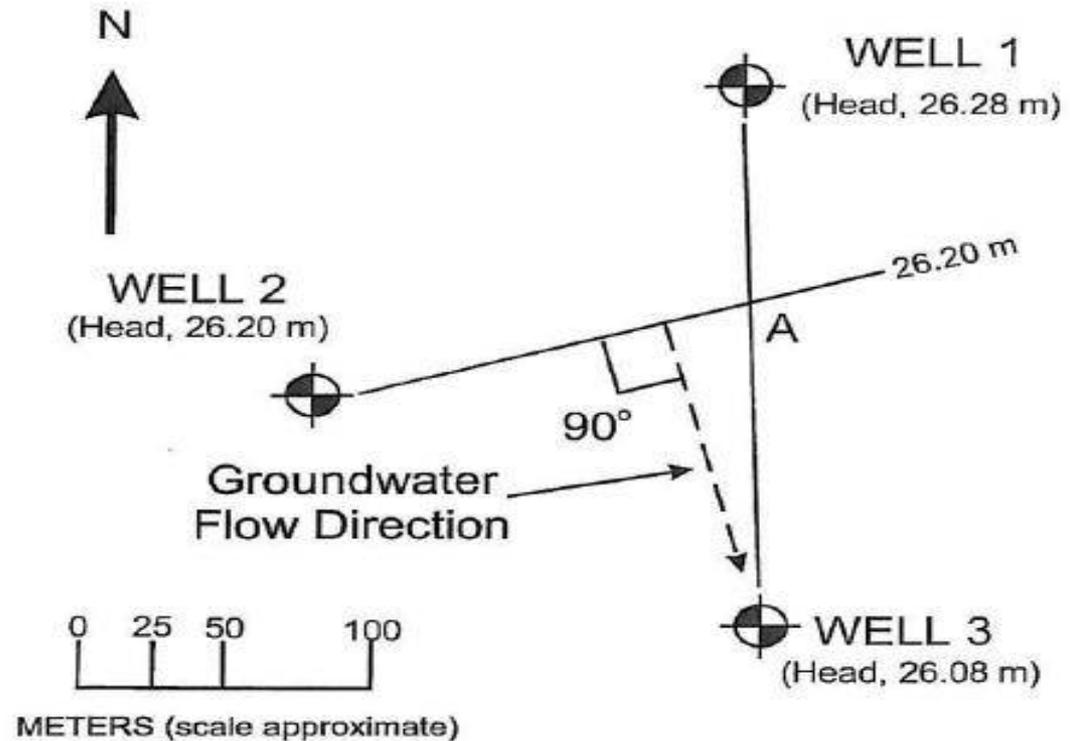


7. Plot titik X berdasarkan hasil perhitungan  $X = 80$  m, di antara garis yang menghubungkan Well 1 dan Well 3.

8. Gambar garis lurus menghubungkan titik X terhadap Well 2 (kedua titik tersebut memiliki *head* yang sama) membentuk *equipotential line*.

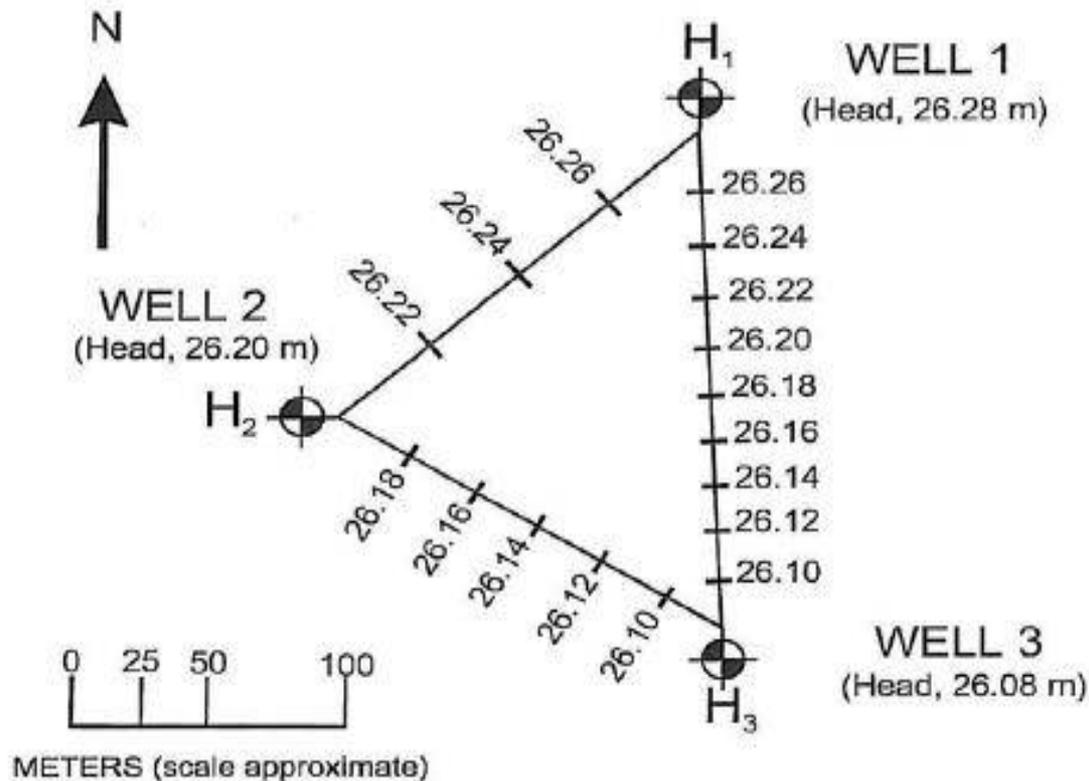


8. Tentukan arah aliran airtanah dengan menarik garis (garis putus-putus) tegak lurus atau  $90^\circ$  terhadap garis kontur 26,20 m.

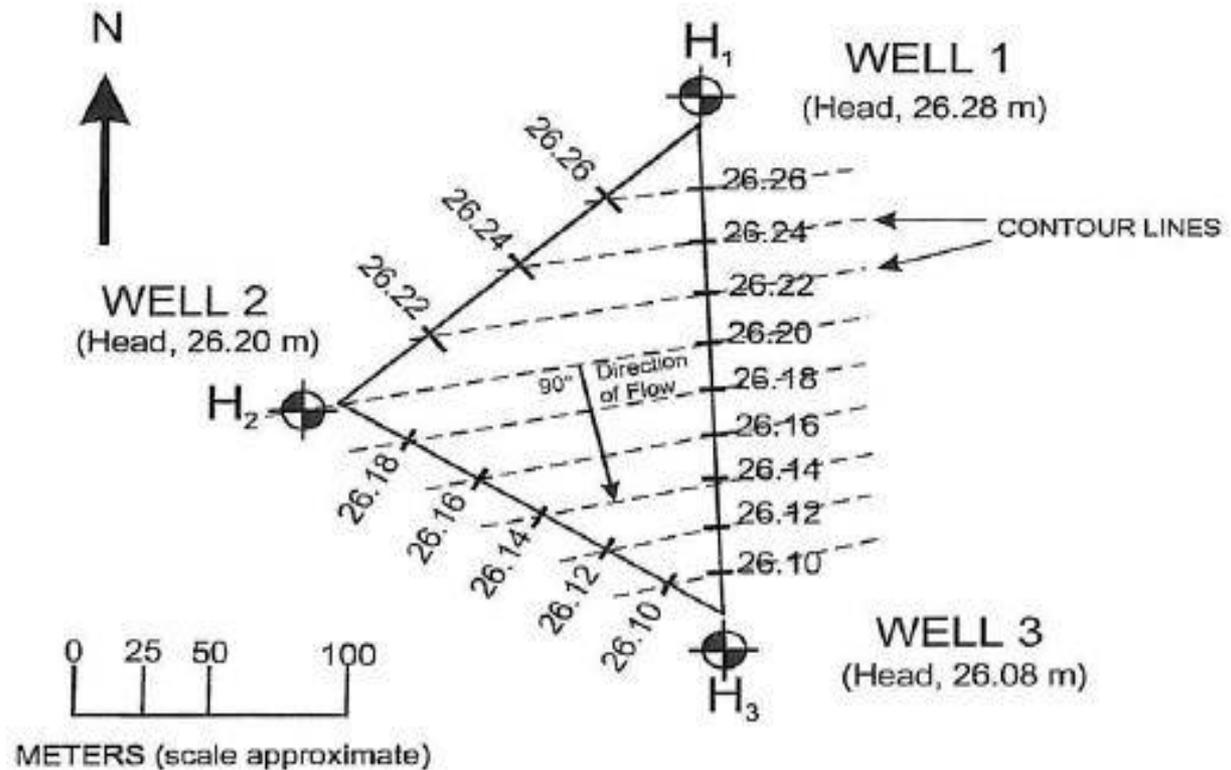


1. Pilih data ketinggian muka airtanah (*potential head*) sebagai 3 data sumur.
2. Plot koordinat sumur dan nilai ketinggian muka airtanah (*potential head*) setiap sumur.
3. Hubungkan sumur *head* tertinggi dan sumur *head* terendah melalui satu garis lurus membentuk bidang datar segitiga.
4. Bagi kelas interval pada setiap sisi/garis guna menentukan perkiraan titik *equipotential head*.

## Cara Kerja: Metode Grafis



5. Tarik garis (garis putus-putus) yang menghubungkan setiap titik *potential head* dg nilai sama membentuk *equipotential line*.
6. Tentukan arah aliran airtanah dg menarik garis tegak lurus atau  $90^\circ$  terhadap garis kontur/*equipotential line*.



TERIMAKASIH

## PENENTUAN POLA ALIRAN AIRTANAH

Jaring aliran merupakan penggambaran kumpulan garis equipotensial maupun garis aliran airtanah, sesuai hukum kontinuitas aliran air di dalam tanah. Suatu jaring aliran terdiri dari dua komponen garis berupa 1) Garis equipotensial dan 2) Garis aliran airtanah.

Garis equipotensial merupakan garis yang menggambarkan tekanan airtanah atau *potential head* dengan nilai sama. *Potential head* ekuivalen dengan ketinggian muka airtanah terukur pada suatu sumur. Dengan demikian, garis equipotensial dapat disebut juga sebagai kontur equipotensial, ekuivalen dengan kontur ketinggian muka airtanah. Berdasarkan data *potential head* dan garis equipotensial dapat dihasilkan peta muka airtanah yang menggambarkan ketinggian muka airtanah suatu daerah.

Garis aliran airtanah (*groundwater flow lines/stream lines*) merupakan garis yang menggambarkan kurva lintasan partikel air yang bergerak dalam lapisan batuan. Garis aliran airtanah memiliki arah tegak lurus terhadap garis equipotensial yang menunjukkan arah pergerakan relatif aliran airtanah dari *potential head* tertinggi hingga *potential head* terendah. Namun, memiliki arah aliran paralel terhadap batas kontur bidang impermeabel. Pada setiap batas dua garis aliran airtanah terbentuk *stream tube* yang membawa aliran airtanah yang sama.

### Maksud dan Tujuan

Maksud dilaksanakan Praktikum: Penentuan Pola Aliran Airtanah, guna 1) mengetahui metode yang digunakan; 2) mengetahui langkah kerja penentuan arah aliran airtanah; dan 3) mampu menentukan arah aliran airtanah. Tujuan pelaksanaan Praktikum: Penentuan Pola Aliran Airtanah, guna 1) membuat kontur muka airtanah; 2) mengetahui pergerakan airtanah dalam akuifer; dan 3) membuat jaringan aliran.

### Alat dan Bahan

Guna mendukung pelaksanaan Praktikum: Penentuan Pola Aliran Airtanah, diperlukan sejumlah alat dan bahan. Berikut alat dan bahan yang diperlukan:

- a) alat tulis (pensil, pulpen, penggaris, dan penghapus);
- b) kalkulator;
- c) peta topografi; dan
- d) tabel pendataan.



JURUSAN TEKNIK GEOLOGI, STTNAS  
PRAKTIKUM HIDROGEOLOGI  
ACARA IV. PENENTUAN POLA ALIRAN AIR TANAH

---

Pada praktikum ini, penentuan pola aliran air tanah dilakukan dengan menerapkan Metode Problema Tiga Titik yang dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu: 1) Metode Matematis dan 2) Metode Grafis. Berikut langkah kerja dari masing-masing metode.

1. Langkah Kerja: Metode Matematis

1. Pilih data ketinggian muka air tanah (*potential head*) sebagai 3 data sumur.
2. Plot nilai ketinggian muka air tanah (*potential head*) setiap sumur (Gambar 1).
3. Hubungkan sumur dengan *potential head* tertinggi dan sumur *potential head* terendah melalui satu garis lurus (Gambar 1).

Gambar 1.1.

Penamaan sumur beserta nilai ketinggian muka air tanah (*potential head*) setiap sumur.

4. Tentukan sumur yang mempunyai nilai ketinggian muka air tanah diantara kedua sumur *Well 2* (Gambar 2).
5. Gambar garis (ditunjukkan dengan garis putus-putus) diantara *Well 1* dan *Well 3* yang menunjukkan perkiraan letak *equipotential line* dari *Well 2*, sebagai contoh tandai dengan *Point A* (Gambar 2).

Gambar 1.2.

Perkiraan penarikan garis pada titik *potential head* 26,20 m (*Point A*) antara letak *Well 1* dan *Well 3*.



5. Tentukan jarak antara *Well 1* dengan *Point A* yang dinotasikan sebagai *X* (Gambar 3), berdasarkan persamaan berikut:



6. Tentukan jarak antara *Well 1* dengan *Well 3* yang dinotasikan *Y* (Gambar 3), dapat ditentukan berdasarkan pengukuran secara langsung pada peta (konversi skala).

Gambar 1.3.

Penentuan jarak *X* dan jarak *Y*.

7. Plot titik *X* berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh dengan nilai  $X = 80$  m, di antara garis yang menghubungkan *Well 1* dan *Well 3* (Gambar 4).
8. Gambar garis lurus menghubungkan titik *X* terhadap *Well 2* (Gambar 5). Garis lurus tersebut menghubungkan kedua titik dengan nilai *potential head* yang sama, sehingga membentuk garis equipotensial (Gambar 5).

Gambar 1.4.

Penentuan jarak *X* yang menunjukkan jarak dari *Point A*.



9. Tentukan arah aliran air tanah dengan menarik garis tegak lurus atau  $90^\circ$  terhadap garis kontur 26,20 m, ditunjukkan dengan garis putus-putus sebagai arah alirannya menuju *Well 3*.

Gambar 1.5.

Penarikan garis equipotensial dengan nilai *potential head* 26,20 m. Penentuan arah aliran air tanah.

## 2. Langkah Kerja: Metode Grafis

1. Pilih data ketinggian muka air tanah (*potential head*) sebagai 3 data sumur. Selanjutnya, plot koordinat sumur dan nilai ketinggian muka air tanah (*potential head*) setiap sumur (Gambar 2.1), sebagaimana dilakukan pada Metode Matematis.
2. Hubungkan setiap sumur dengan nilai *potential head* tertinggi hingga sumur dengan nilai *potential head* terendah melalui satu garis lurus, sehingga membentuk bidang datar segitiga (Gambar 2.1).
3. Bagi setiap sisi/garis pada bidang datar segitiga menjadi beberapa interval yang menggambarkan nilai *potential head* (Gambar 2.1), sehingga dapat digunakan dalam menentukan garis equipotensialnya

Gambar 2.1.

Penggambaran setiap sumur dan bidang datar segitiga sebagai garis bantu. Pembagian interval menyesuaikan dengan jarak antar sumur.



5. Tentukan garis equipotensial dengan menghubungkan setiap titik *potential head* yang memiliki nilai sama, ditunjukkan dengan garis putus-putus (Gambar 2.2).
6. Tentukan arah aliran air tanah dengan menarik garis tegak lurus atau  $90^\circ$  terhadap garis equipotensial (Gambar 2.2), sebagaimana dilakukan pada Metode Matematis.

Gambar 2.2.

Penarikan garis equipotensial melalui setiap nilai *potential head* yang sama. Penarikan garis tegak lurus/  $90^\circ$  terhadap garis equipotensial sebagai arah aliran air tanah.

Berikut data lokasi sumur, ketinggian/elevasi, dan ketinggian muka air tanah (*potential head*). Berdasarkan data pada table, plotkan data ketinggian muka air tanah pada peta topografi. Selanjutnya, tentukan garis equipotensial maupun arah aliran air tanah menggunakan metode yang saudara anggap paling mudah.

No.	Lokasi Sumur		Elevasi (m)	Elevasi M.A.T (m)
	mU	mT		
1.	424192	9116212	11,6	6,8
2.	424220	9116330	10,7	6
3.	424172	9116186	10,6	5
4.	424094	9116209	8,2	3,4
5.	424008	9116191	8,6	3,5
6.	423977	9116192	9	3,8
7.	423945	9116139	9,2	3,5
8.	424088	9116139	11,8	7
9.	424105	9116139	11,5	7
10.	424206	9116182	11,7	7,5
11.	424152	9116298	12	6,7
12.	424163	9116342	12,1	6,6
13.	424150	9116346	12	6,6
14.	424243	9116410	14	8,5



JURUSAN TEKNIK GEOLOGI, STTNAS  
PRAKTIKUM HIDROGEOLOGI  
ACARA IV. PENENTUAN POLA ALIRAN AIR TANAH

---

Praktikum Hidrogeologi  
Jurusan Teknik Geologi  
Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta



ACARA V.  
PEMETAAN HIDROGEOLOGI



# Peta Hidrogeologi

Peta yang mencerminkan keadaan airtanah, berkaitan dengan keadaan geologi setempat.

Konsep pemetaan hidrogeologi      pengambilan data lapangan berupa: kedalaman muka airtanah dangkal, elevasi, dan data kualitas air tanah.

Peta Kedalaman Muka Air Tanah      peta yang menggambarkan kedalaman MAT dari permukaan tanah.

Peta Muka Airtanah      peta yang menggambarkan kedudukan MAT (selisih antara ketinggian muka airtanah dengan muka air laut rata-rata).

Peta Aliran Airtanah      peta yang menggambarkan arah aliran airtanah.

## Maksud

Praktikan mampu melakukan pemetaan kondisi airtanah dangkal dan air permukaan, termasuk pengambilan data suhu, pH, Daya Hantar Listrik (DHL) maupun *Total Dissolve Solid* (TDS) airtanah.

## Tujuan

Praktikan mampu membuat peta aliran airtanah dangkal dan mengetahui hubungan antara airtanah dangkal dan air permukaan pada daerah pemetaan, serta mampu membuat peta terkait evaluasi kondisi Daya Hantar Listrik (DHL) maupun *Total Dissolve Solid* (TDS) air tanah.

# Total Padatan Terlarut/ *Total Dissolve Solid* (TDS)

Merupakan suatu ukuran kandungan suatu material, baik anorganik maupun organik yang terdapat di dalam suatu cairan (airtanah).

- TDS secara umum bukan sebagai zat cemar yang utama, dikarenakan dianggap tidak berkaitan dengan efek kesehatan.
- Aplikasi studi mengenai mutu airtanah maupun air permukaan (sungai, danau, dsb).  
sebagai salah satu karakteristik air minum dan indikator dalam pengukuran luas kontaminan suatu zat kimia.

# Daya Hantar Listrik (DHL)

Merupakan kemampuan suatu cairan (airtanah) untuk menghantarkan arus listrik.

- DHL berbanding lurus dengan TDS, semakin banyak kandungan garam terlarut (TDS), maka semakin tinggi pula nilai DHL.
- Nilai DHL bergantung pada: kehadiran ion-ion anorganik, valensi, konsentrasi total maupun relatif, serta suhu.
- Aplikasi sebagai parameter kualitas air, terkait penentuan kandungan mineral dalam air dan kemampuan ion-ion dalam air dalam menghantarkan listrik.

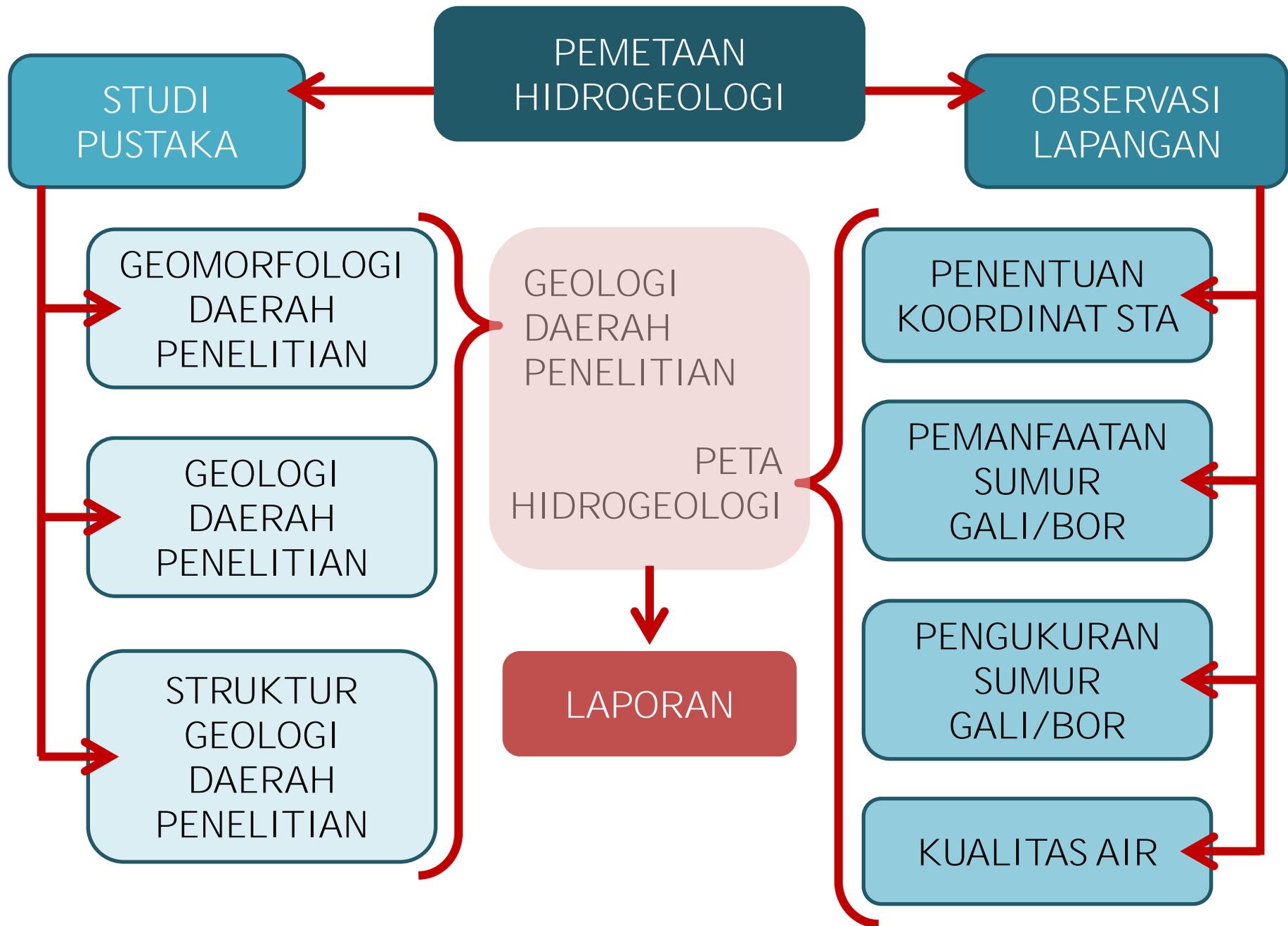
Menurut APHA, AWWA (1992) dalam Effendi (2003), pengukuran DHL bermanfaat dalam:

memperkirakan jumlah zat padat terlarut dalam air,  
menetapkan tingkat mineralisasi dan derajat disosiasi air destilasi,  
menentukan kelayakan air untuk dikonsumsi, dan  
melakukan evaluasi pengolahan sesuai kondisi mineral air.

DHL (mmho/cm)	TDS (mg/l)	Jenis air	
		Hem (Douwer, 1978)	Davis & De Wiest 1966
< 1.500	< 1.000	tawar ( <i>fresh</i> )	tawar ( <i>fresh</i> )
> 1.500 – < 5.000	> 1.000 – < 5.000	agak payau ( <i>moderately brackish</i> )	
> 5.000 – < 15.000	> 3000 – < 10.000	Masin ( <i>moderately saline</i> )	payau ( <i>brackish</i> )
> 15.000 – < 50.000	> 10.000 – < 35.000	sangat masin ( <i>very saline</i> )	--
> 50.000	> 35.000	asin ( <i>briny</i> )	--
	10.000 – 100.000	--	<i>salty</i>
	> 100.000	--	<i>briny</i>

DHL ( $\mu$ mho/cm pada 25°C)	Macam Air
0,055	air murni
0,5 - 5,0	air suling
5 - 30	air hujan
30 - 2.000	air tanah
35.000 - 45.000	air laut

Klasifikasi air berdasarkan TDS, DHL airtanah.



# Data yang perlu dicari:

Koordinat dan Elevasi lokasi pengukuran;

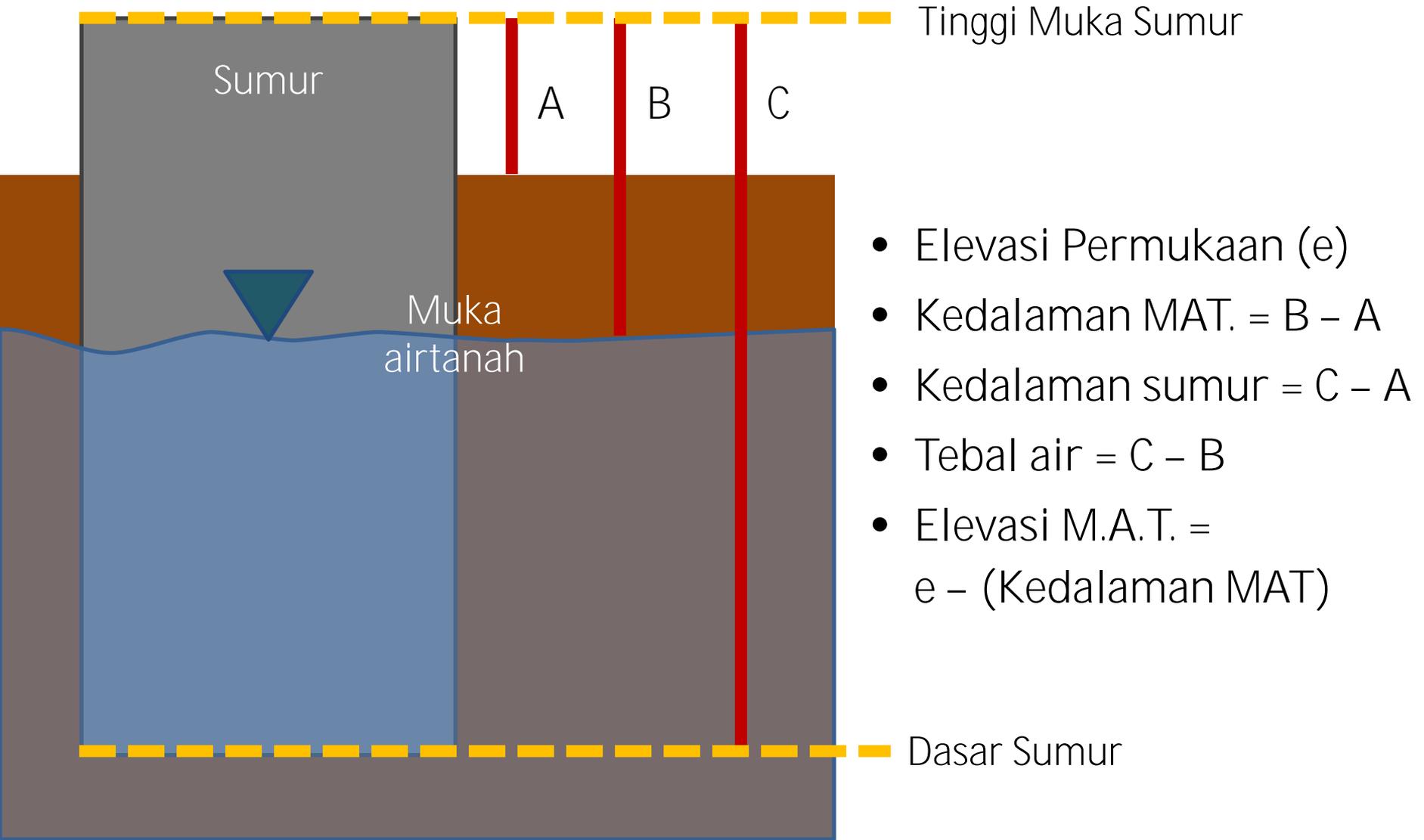
Kedalaman dan Ketinggian MAT dangkal;

Koordinat lokasi mata air dan tipenya (apabila dijumpai di lokasi pemetaan); dan

pH, DHL, dan TDS.

Bahan	Alat
Alat tulis	GPS
Peta lokasi (Peta RBI atau Peta Topografi)	Tali rafia
Buku catatan lapangan	Gelas/gayung
Blangko/tabel pengukuran	pH meter
	TDS meter

# Pengukuran Sumur Bor





# TARGET/HASIL PEMETAAN berupa:

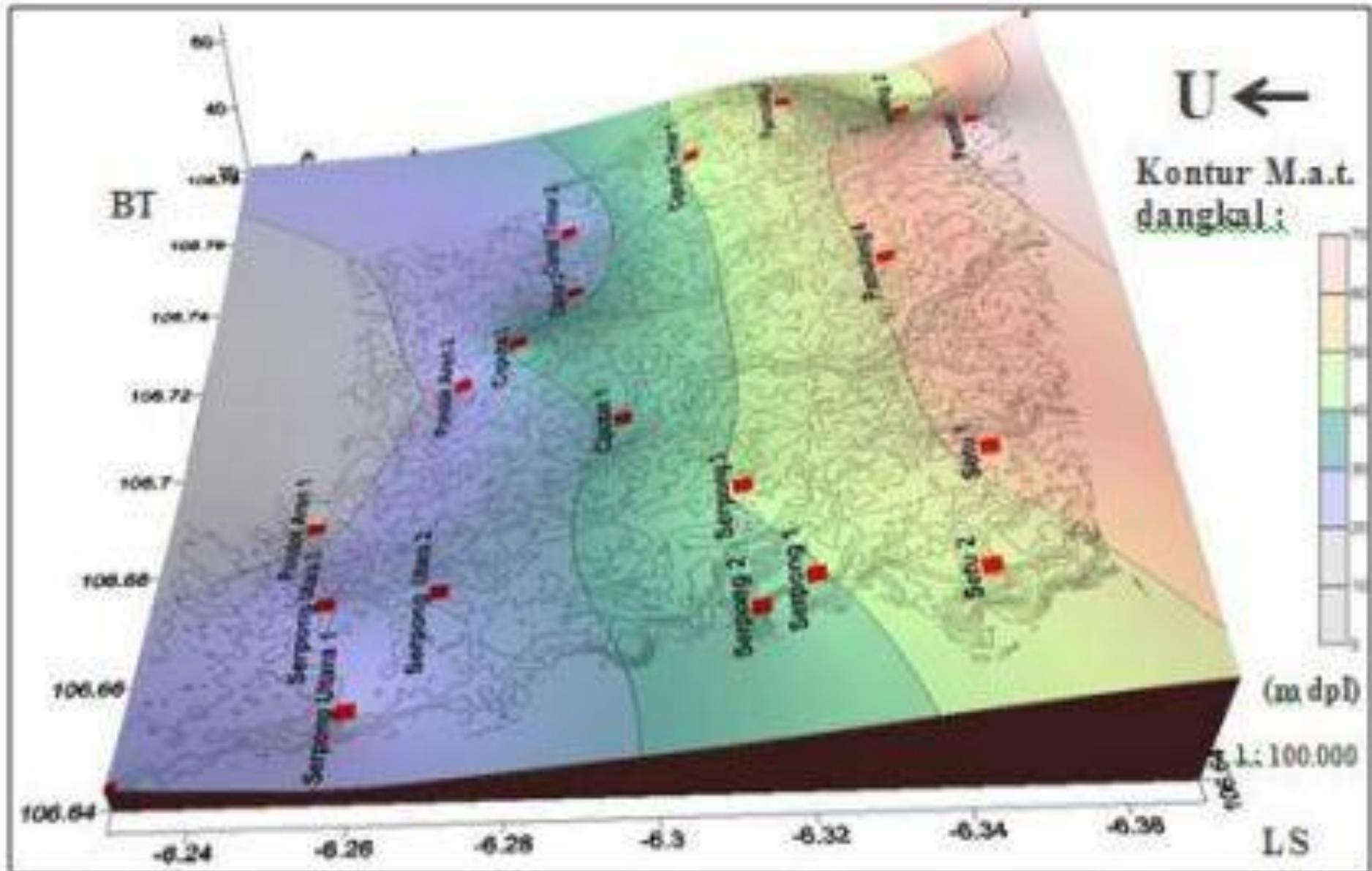
Peta Kedalaman Muka Airtanah (MAT )Dangkal.

Peta Aliran Air Tanah Dangkal Daerah Penelitian.

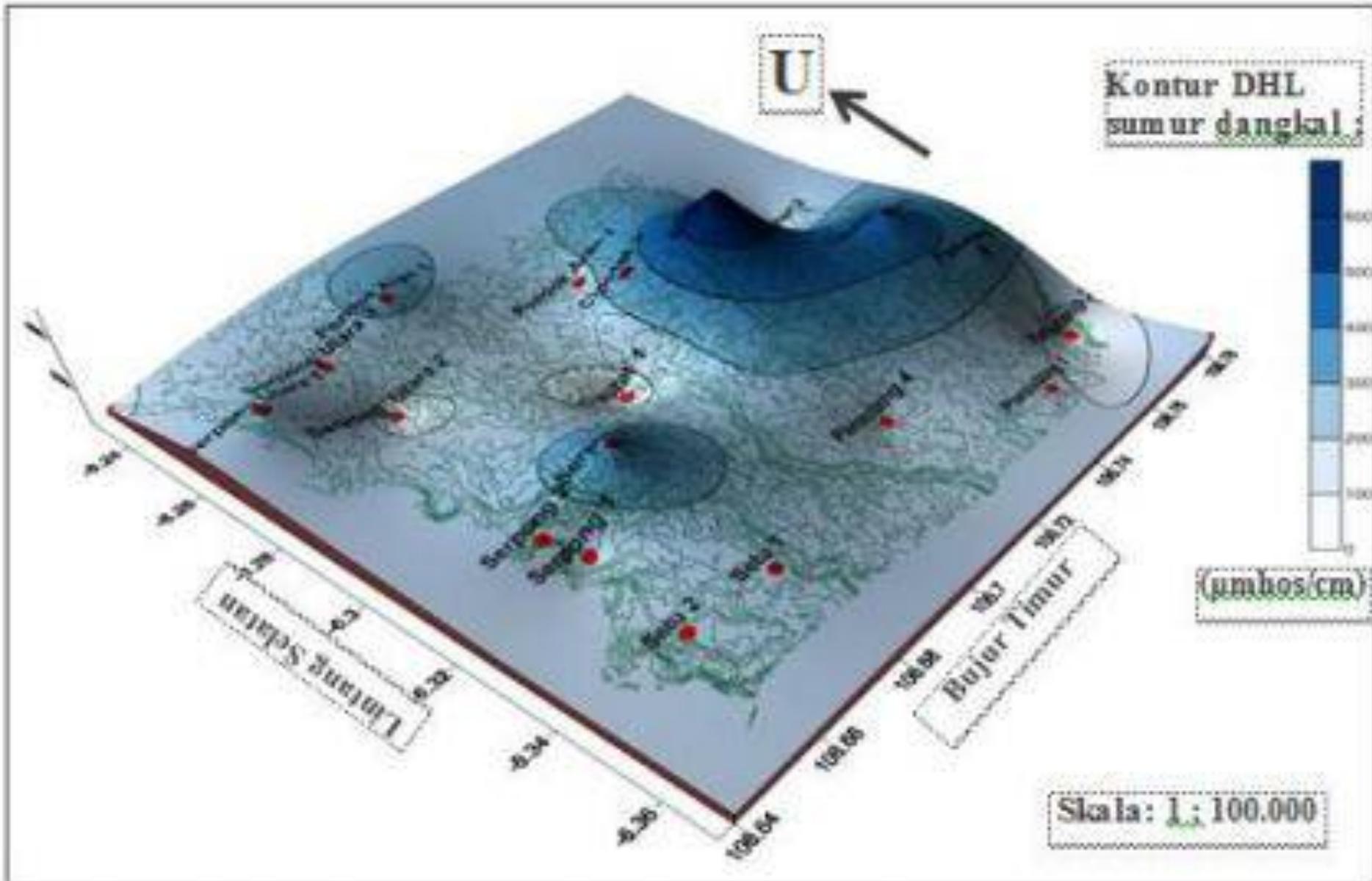
Peta Sebaran DHL dan TDS.

Hubungan air permukaan (buatan/alamiah) dengan airtanah dangkal

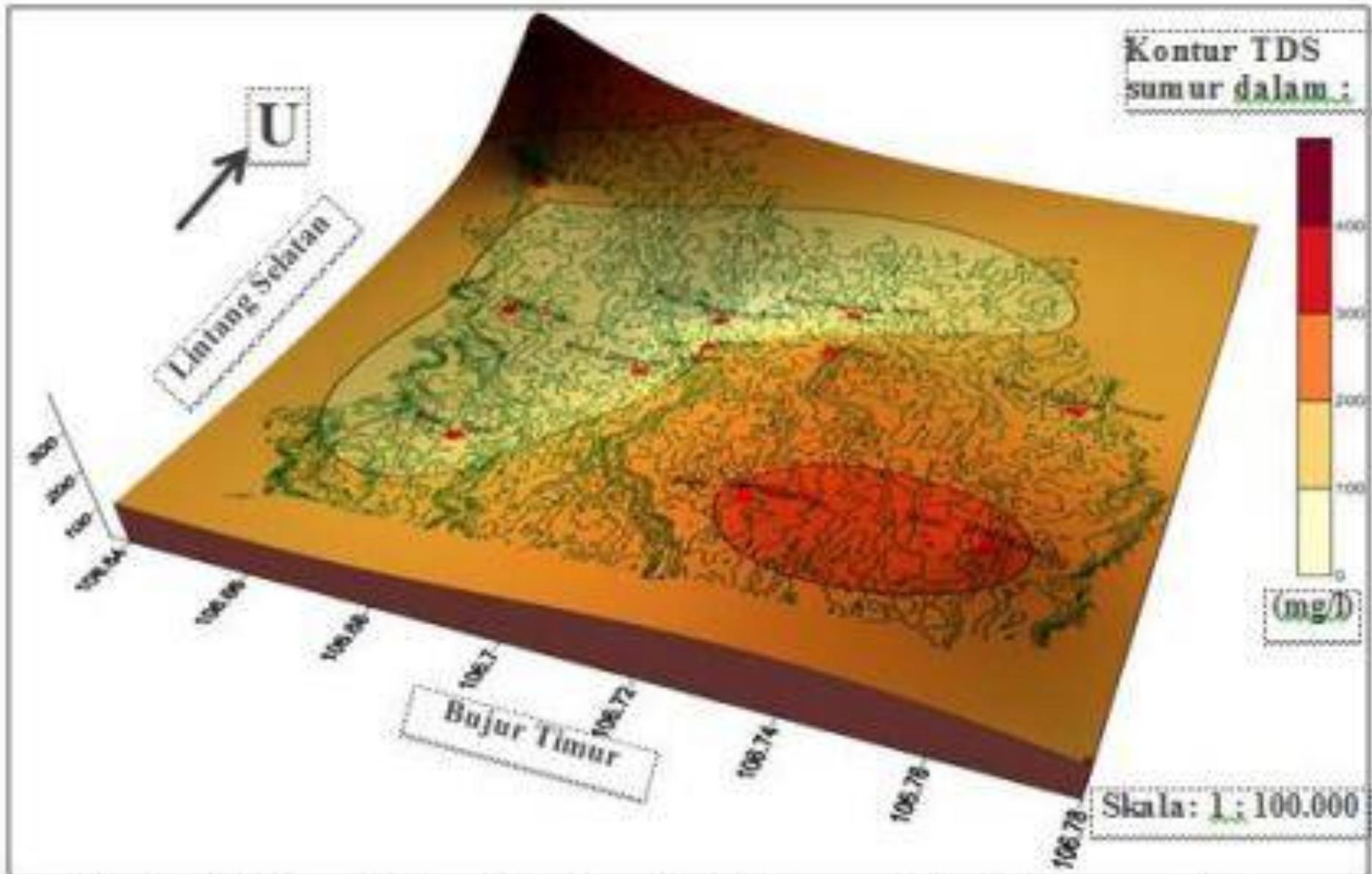
# Contoh peta kontur muka airtanah dangkal



# Contoh peta sebaran DHL akuifer dangkal



# Contoh peta sebaran TDS akuifer dalam



No.	Klasifikasi	Keterangan
1	Zona aman	Penurunan kualitas yang ditandai dengan kenaikan zat padat terlarut kurang dari 1.000 mg/l atau DHL < 10.00 $\mu$ mhos/cm
2	Zona rawan	penurunan kualitas yang ditandai dengan kenaikan zat padat terlarut antara 1.000-10.000 mg/l atau DHL antara 1.000-1.500 $\mu$ mhos/cm
3	Zona Kritis	penurunan kualitas yang ditandai dengan kenaikan zat padat terlarut antara 10.000-100.000 mg/l atau DHL antara 1.500-5.000 $\mu$ mhos/cm
4	Zona rusak	penurunan kualitas yang ditandai dengan kenaikan zat padat terlarut lebih dari 100.000 mg/l atau tercemar logam berat dan atau bahan berbahaya dan beracun atau DHL > 5.000 $\mu$ mhos/cm

Interpretasi zonasi kualitas air berdasarkan Total Padatan Terlarut (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL)

JADWAL  
PELAKSANAAN  
PEMETAAN &  
PRESENTASI

Waktu Pemetaan :  
2 april- 17 mei 2015

Waktu Pengerjaan Laporan :  
11 mei - 24 Mei 2015

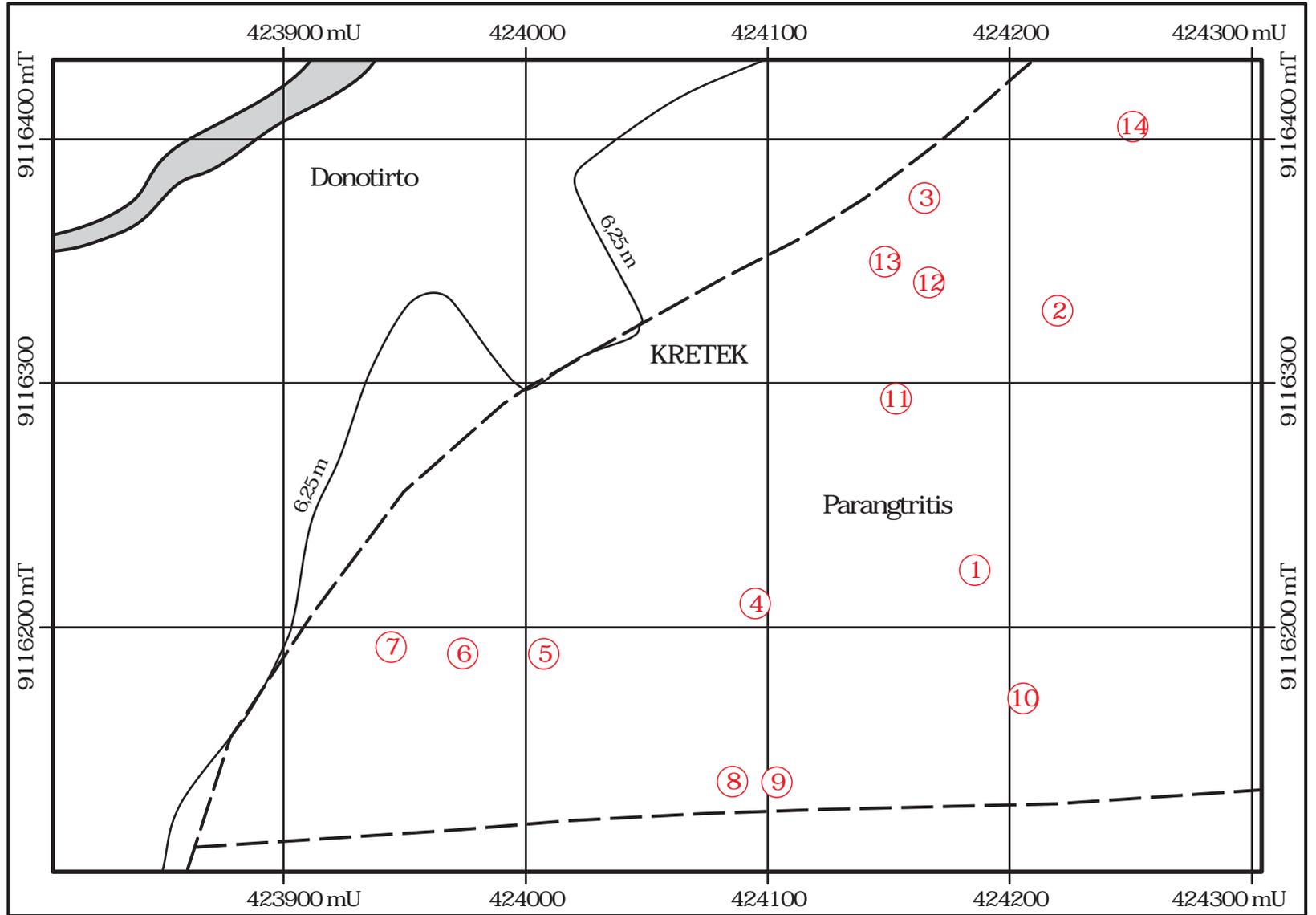
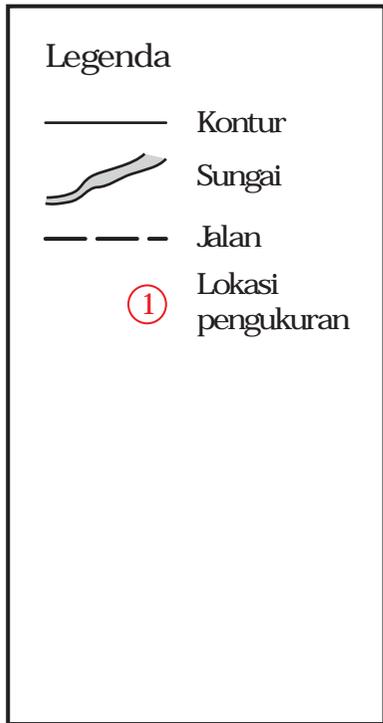
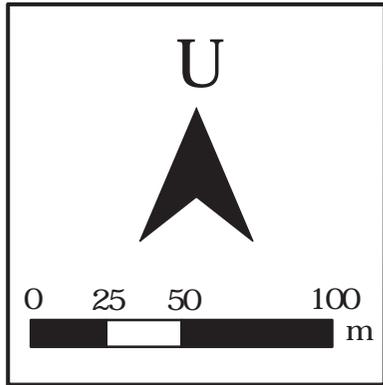
Waktu Presentasi :  
25 mei 2015

- Cover
- Halaman Judul
- Kata Pengantar
- Daftar Isi
- Daftar Gambar
- Daftar Tabel
- I. Pendahuluan (Latar Belakang, Lokasi, Luas & Waktu, Maksud & Tujuan, Alat & Bahan)
- II. Dasar Teori
- III. Geologi Regional (Morfologi, Stratigrafi, Struktur)
- IV. Hasil dan Pembahasan (Data, Analisa Data, dan Interpretasi)
- V. Kesimpulan
- VI. Daftar Pustaka
- Lampiran (Peta, dll)

## FORMAT LAPORAN

TERIMAKASIH

# PETA TOPOGRAFI DAN TITIK *POTENTIAL HEAD*





# ACARA VI INTERPRETASI KIMIA AIR TANAH



# INTERPRETASI KIMIA AIRTANAH

Tujuan :

Mengetahui sifat kimia airtanah pada suatu daerah.

Menentukan kualitas atau kelayakan airtanah berdasarkan kandungan kimia airtanah.

Manfaat :

Mengetahui kualitas airtanah.

Mengetahui hubungan antar akuifer.

Mengetahui proses pembentukan airtanah.

Mengetahui sejarah dan evolusi airtanah.

Mengetahui pencemaran airtanah.

dll

# Tujuan pelaksanaan praktikum:

Mengenal metode-metode yang digunakan dalam interpretasi airtanah.

Mengetahui langkah kerja interpretasi kimia airtanah.

Mampu melakukan interpretasi kimia airtanah.

Mampu menentukan klas airtanah dan menghubungkan kandungan kimia airtanah.

# Analisis kualitas airtanah, berdasarkan:

1. Sifat Fisik : warna, bau, rasa, suhu, kekentalan, dan kekeruhan.
2. Sifat Kimia : keasaman (pH), *Total Dissolve Solid* (TDS), Daya Hantar Listrik (DHL), kesadahan, dan kandungan ion.
3. Sifat Biologi : kandungan bakteriologi.

Pada praktikum kali ini dilakukan analisis kualitas airtanah berdasarkan **Sifat Kimia Airtanah berupa analisis kandungan ion pada airtanah.**

Metode yang digunakan (Zaporozec, 1972 dalam Suharyadi, 1984):

- a. Metode Klasifikasi Kurlov;
- b. Metode Korelasi dengan Diagram Stiff; dan
- d. Metode Sintesa dengan Diagram Bar Collins.

# ION PENYUSUN AIR TANAH

Ion Mayor, konsentrasi > 5 bpj :

$\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , dan  $\text{SiO}_2$ .

Ion Minor, konsentrasi 0,01 – 5 bpj :

$\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ , dan  $\text{NH}_3$ .

*Trace Element*, konsentrasi < 0,01 bpj :

Li, B, Mn, Zn, As, I, Cu, Al, Ni, Pb, dll.

## Ion kation dalam airtanah

Sodium (Na <sup>+</sup> )	<p>Melimpah dalam grup logam alkali.</p> <p>Dalam batuan sedimen : mineral-mineral yang resisten sebagai semen.</p> <p>Air yang terjebak dalam sedimen dan tersimpan dalam waktu lama akan mempunyai konsentrasi Na<sup>+</sup> yang tinggi.</p>
Potassium (K <sup>+</sup> )	<p>Tidak dominan ditemukan dalam airtanah.</p> <p>Diperoleh dari : feldspar ortoklas &amp; mikroklin (KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), mika, feldspathoid leucite (KAlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>).</p> <p>Dalam batuan sedimen : feldspar, mika, &amp; illit atau mineral lempung lainnya.</p>
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	<p>Parameter besar kecilnya pengaruh pelarutan litologi dalam air.</p> <p>Sumber Mg pada batuan beku : mineral-mineral feromagnesium berwarna gelap (olivine, piroksen, &amp; amfibol).</p> <p>Dalam batuan alterasi : klorit, montmorilonit, &amp; serpentin.</p> <p>Dalam sedimen karbonat : magnesit, hidromagnesit, &amp; hydroxide brucite.</p>
Kalsium (Ca <sup>2+</sup> )	<p>Analisis pengaruh litologi terhadap komposisi kimia airtanah.</p> <p>Dalam batuan beku : silika, piroksen, amfibol, &amp; feldspar.</p> <p>Kebanyakan terdapat dalam batuan sedimen karbonat.</p> <p>Hadir dalam Gypsum (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O), Anhidrit (CaSO<sub>4</sub>), dan Florit (CaF<sub>2</sub>).</p> <p>Kandungan kalsium karena kontak air dengan batuan beku ataupun batuan metamorf konsentrasi rendah dikarenakan laju dekomposisinya lambat.</p>

## Ion anion dalam airtanah

Klorida (Cl <sup>-</sup> )	<p>Analisis Klorida (Cl<sup>-</sup>) untuk memperkecil nilai ketidakseimbangan kation-anion dalam hasil perhitungan.</p> <p>Menunjukkan Sodium Klorida (NaCl) yang terlarut dalam air.</p> <p>Sumber : pelapukan batuan &amp; tanah melepaskan klorida ke perairan.</p>
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	<p>Konsentrasi tinggi indikasi adanya sumber polutan dalam airtanah disebabkan adanya aktivitas mikroba nitrat.</p> <p>Kadar &gt; 5 mg/l terjadinya pencemaran antropogenik, berasal dari aktivitas manusia dan tinja hewan.</p> <p>Kadar 1.000 mg/l kontaminasi oleh limpasan air dari daerah pertanian yang banyak mengandung pupuk</p> <p>Air hujan : kadar nitrat sekitar 0,2 mg/l.</p>
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	<p>Parameter utama dalam menentukan ada tidaknya proses oksidasi mineral sulfida terhadap komposisi kimia airtanah.</p> <p>Sumber : gipsum (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) dan anhidrit (CaSO<sub>4</sub>) yang akan mudah terlarut oleh air menjadi Ca<sup>2+</sup> dan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></p>
Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	<p>Alkalinitas tingkat kebasaaan suatu sampel airtanah.</p> <p>Alkalinitas kadar asam yang digunakan untuk menetralkan airtanah.</p> <p>Dipengaruhi oleh ionisasi asam karbonat, terutama pada air yang banyak mengandung karbondioksida (kadar CO<sub>2</sub> mengalami saturasi/jenuh). Karbondioksida dalam air bereaksi dengan basa yang terdapat pada batuan dan tanah membentuk bikarbonat.</p>

# Metode Klasifikasi Kurlov

Fungsi : menentukan dasar penciri komposisi kimia airtanah, suatu membedakan dan menentukan tipe/klas airtanah dominan.

Tentukan nilai konsentrasi masing-masing ion dalam satuan epj (ekuivalen per juta), dengan persamaan di bawah.

$$\text{Nilai konsentrasi (epj)} = \frac{(\quad)}{(\quad)}$$

$$\text{Nilai konsentrasi (epj)} = \frac{(\quad)}{(\quad)}$$

konsentrasi ion kation (satuan epj) = konsentrasi ion anion (satuan epj) atau selisih jumlah konsentrasi < 5 %.

$$\text{RE (Reaction Error)} = \frac{(\quad) - (\quad)}{(\quad)_+ (\quad)} \times 100\%$$

Tentukan nilai konsentrasi masing-masing ion dalam persen (epj %).

Tentukan ion dengan nilai persen konsentrasi 25 %.

LOKASI		Wonosari (Batugamping)	
Analisis Kimia		epj	%
KATION	Na + K	0,25	2,3
	Mg	2,06	31,1
	Ca	4,41	66,6
	Jumlah	6,62	100
ANION	Cl	0,35	5,4
	NO <sub>3</sub>	0,05	0,8
	HCO <sub>3</sub>	5,97	91,5
	SO <sub>4</sub>	0,15	2,3
	Jumlah	6,52	100
SiO <sub>2</sub> (bpj)		29,50	
pH		7,43	
Klas air		Kalsium-Magnesium Bikarbonat	

konsentrasi ion kation =  
konsentrasi ion kation  
atau  
memiliki selisih < 5 %

LOKASI		Wonosari (Batugamping)	
Analisis Kimia		epj	%
KATION	Na + K	0,25	2,3
	Mg	2,06	31,1
	Ca	4,41	66,6
	Jumlah	6,62	100
ANION	Cl	0,35	5,4
	NO <sub>3</sub>	0,05	0,8
	HCO <sub>3</sub>	5,97	91,5
	SO <sub>4</sub>	0,15	2,3
	Jumlah	6,52	100
SiO <sub>2</sub> (bpj)		29,50	
pH		7,43	
Klas air		Kalsium-Magnesium Bikarbonat	

Tentukan ion dengan nilai prosentase terbesar pertama, kedua, ketiga, dsb 25 %.

Tuliskan ion kation diikuti ion anion, dengan urutan nilai prosentase terbesar pertama, kedua, ketiga, dsb.

Magnesium

Kalsium

Bikarbonat

# Metode Korelasi dengan Diagram Stiff

Fungsi:

- Menghubungkan/mengkorelasikan kandungan ion airtanah secara tegak pada satu lubang bor mulai dari airtanah teratas sampai yang terbawah atau secara mendatar pada akuifer yang sama.
- Menunjukkan perubahan kandungan ion kation-anion sesuai arah aliran airtanah.

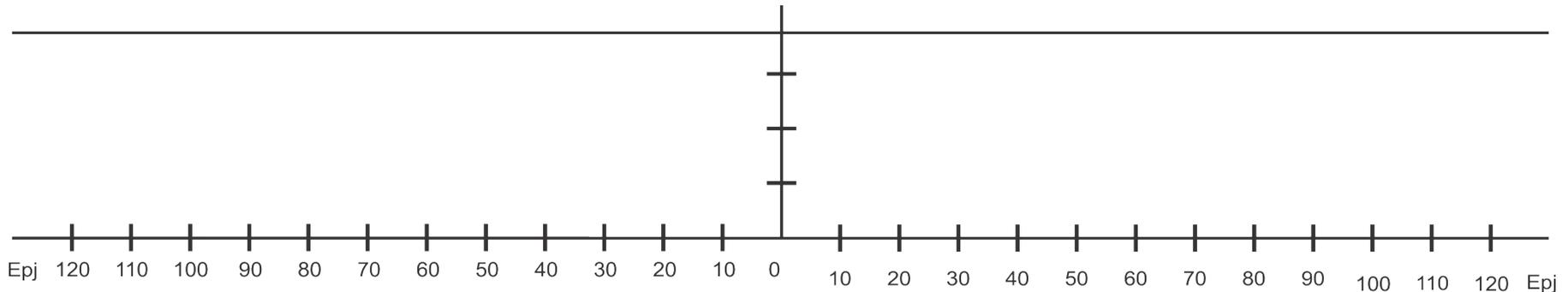
Gambarkan dua buah kolom (garis horizontal sumbu X & garis vertikal sumbu Y). Lebar kolom menyesuaikan nilai konsentrasi ion.

Kolom bagian kanan  
ion kation.

Na + K — Cl  
Ca — HCO<sub>3</sub>  
Mg — SO<sub>4</sub>

Kolom bagian kiri  
ion anion.

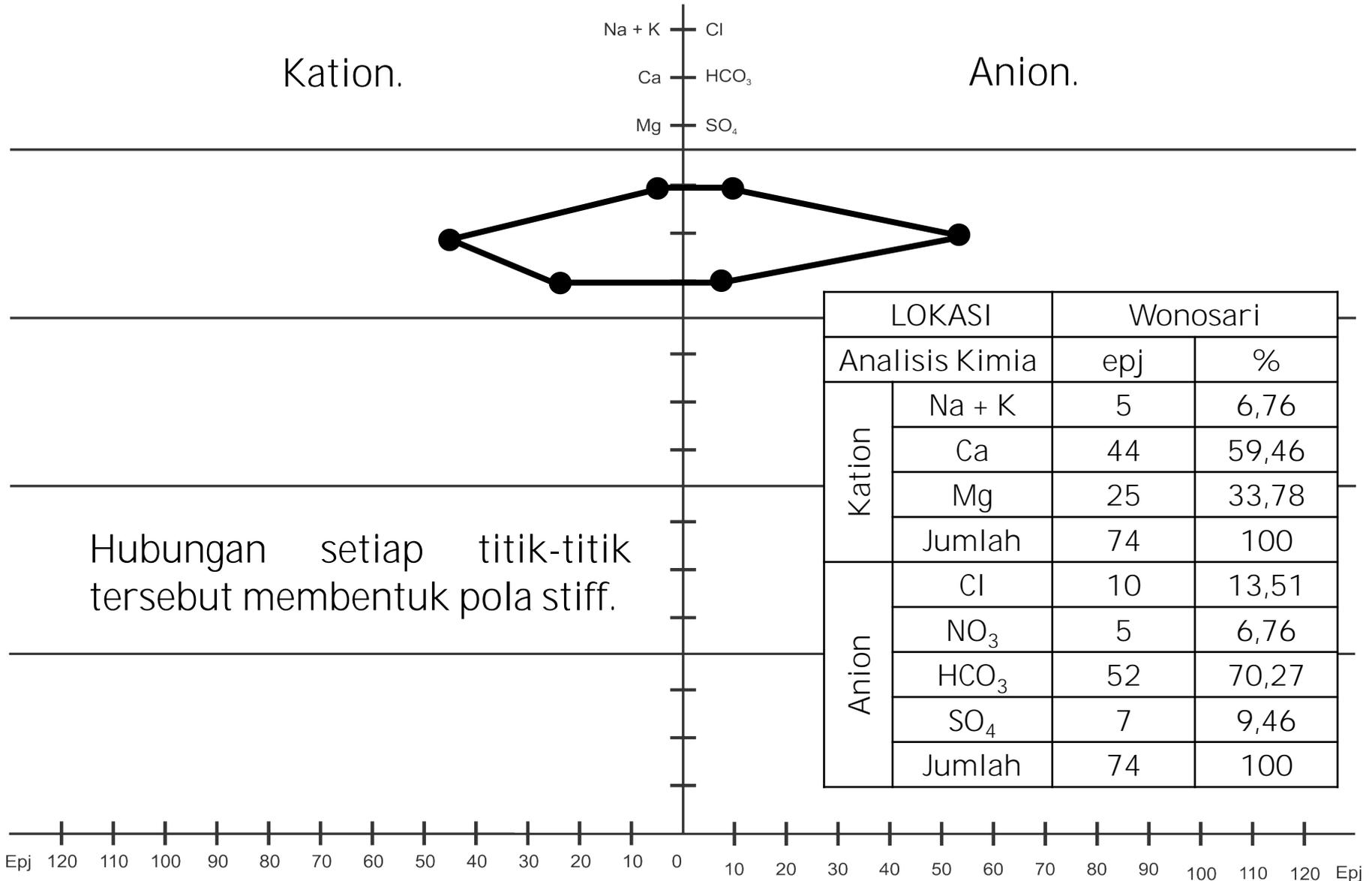
Sumbu X nilai konsentrasi ion (satuan epj) & Sumbu Y menunjukkan jenis ion.

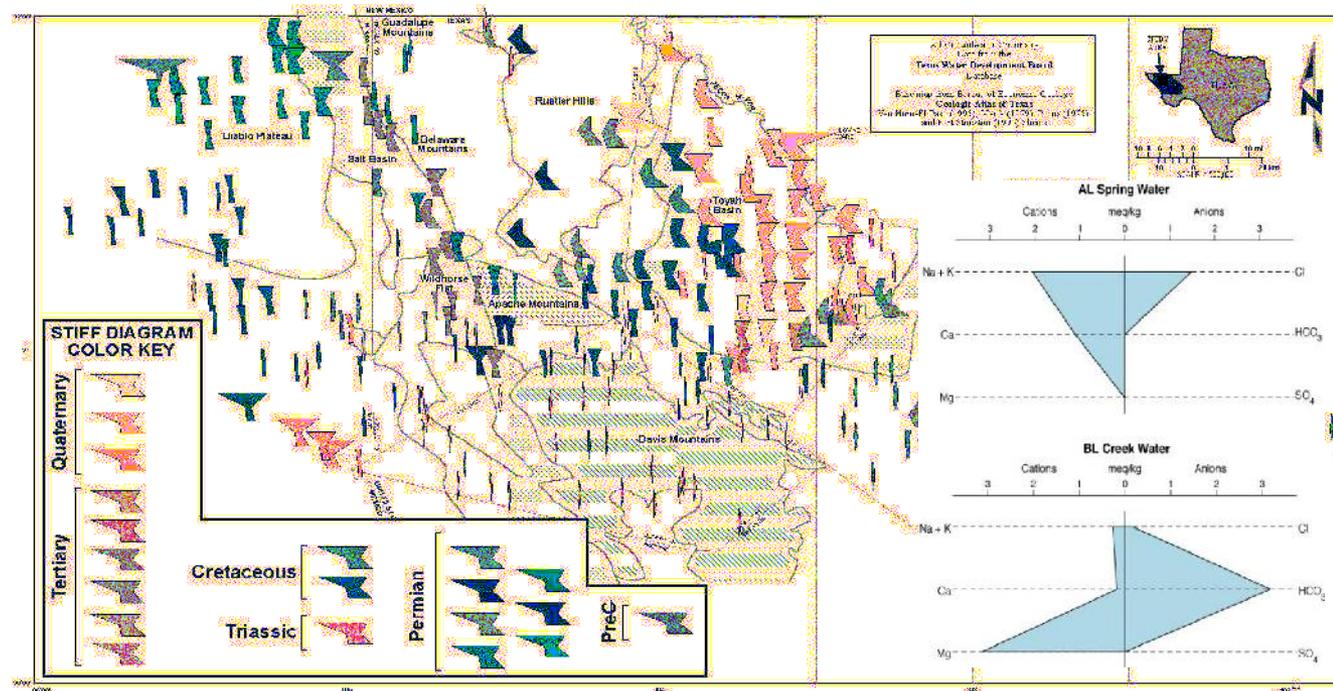
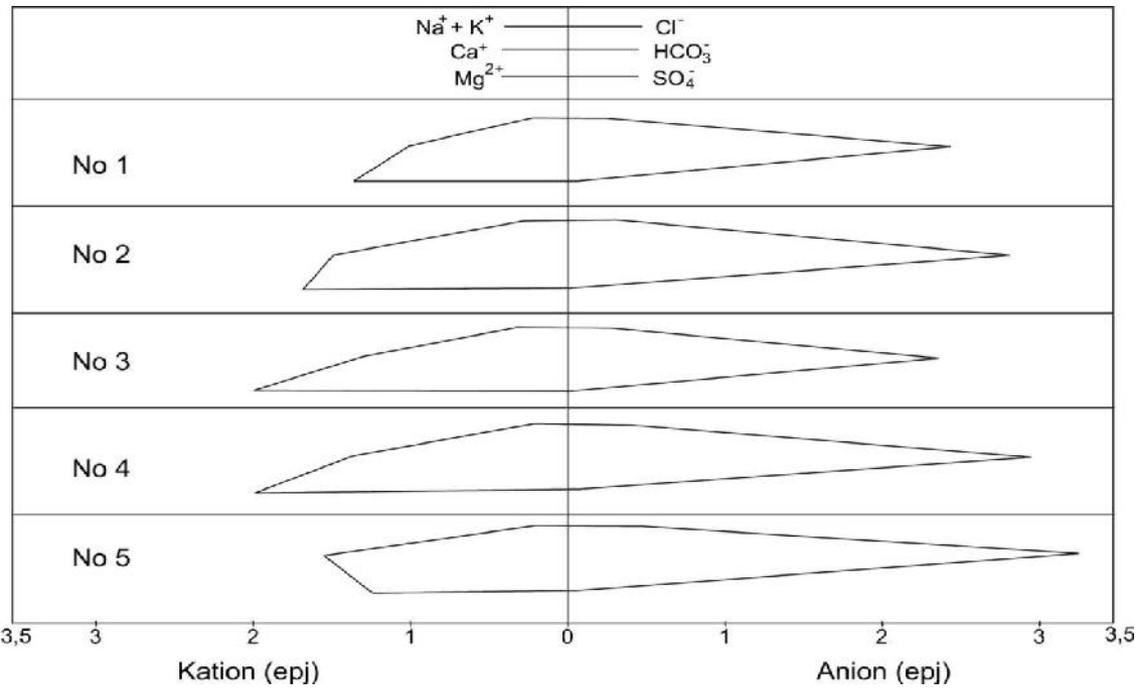


Plot nilai konsentrasi ion kation maupun ion anion pada diagram sesuai dengan jenis dan nilai konsentrasi ion.

Kation.

Anion.



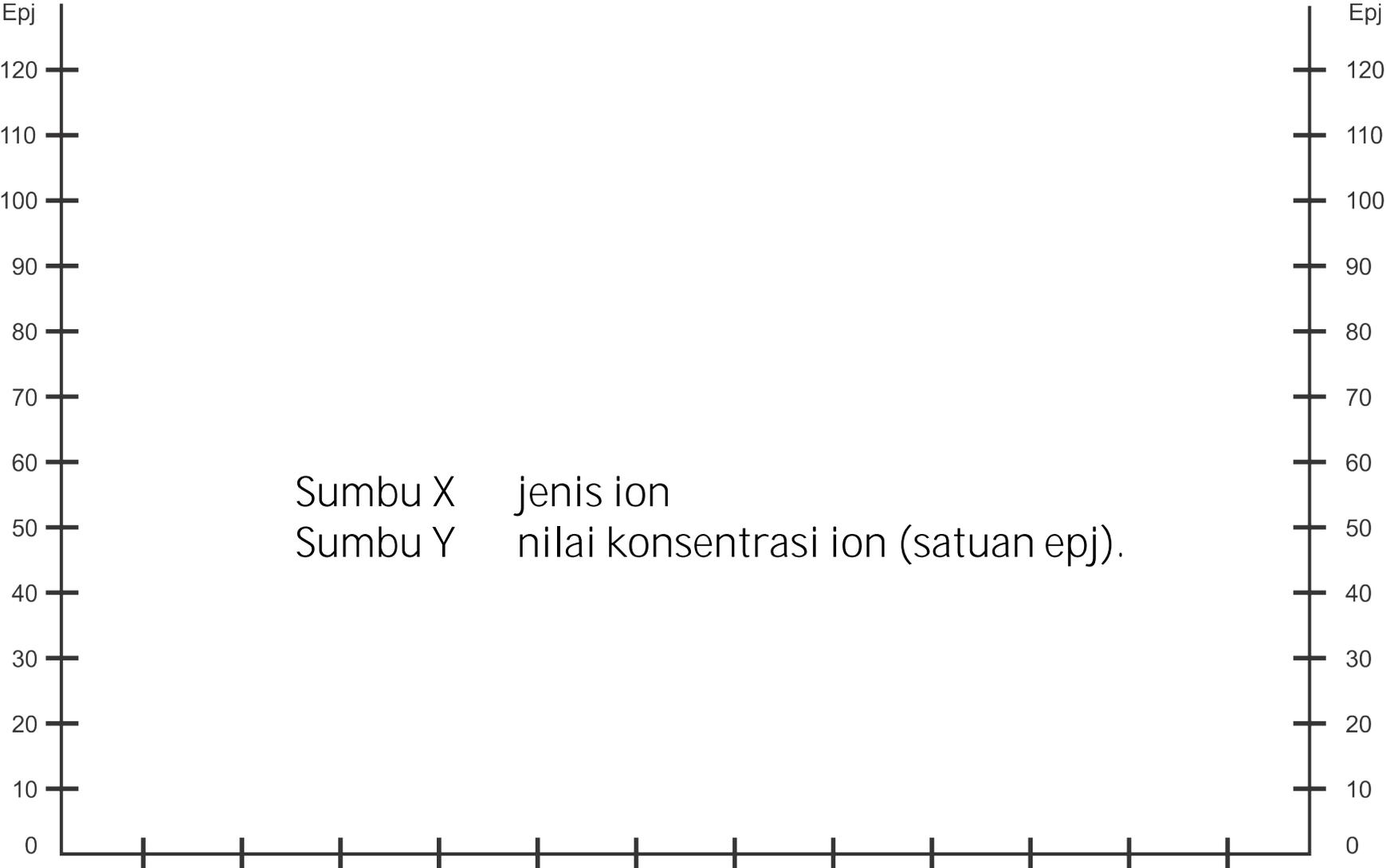


# Metode Korelasi dengan Diagram Bar Collins

Fungsi:

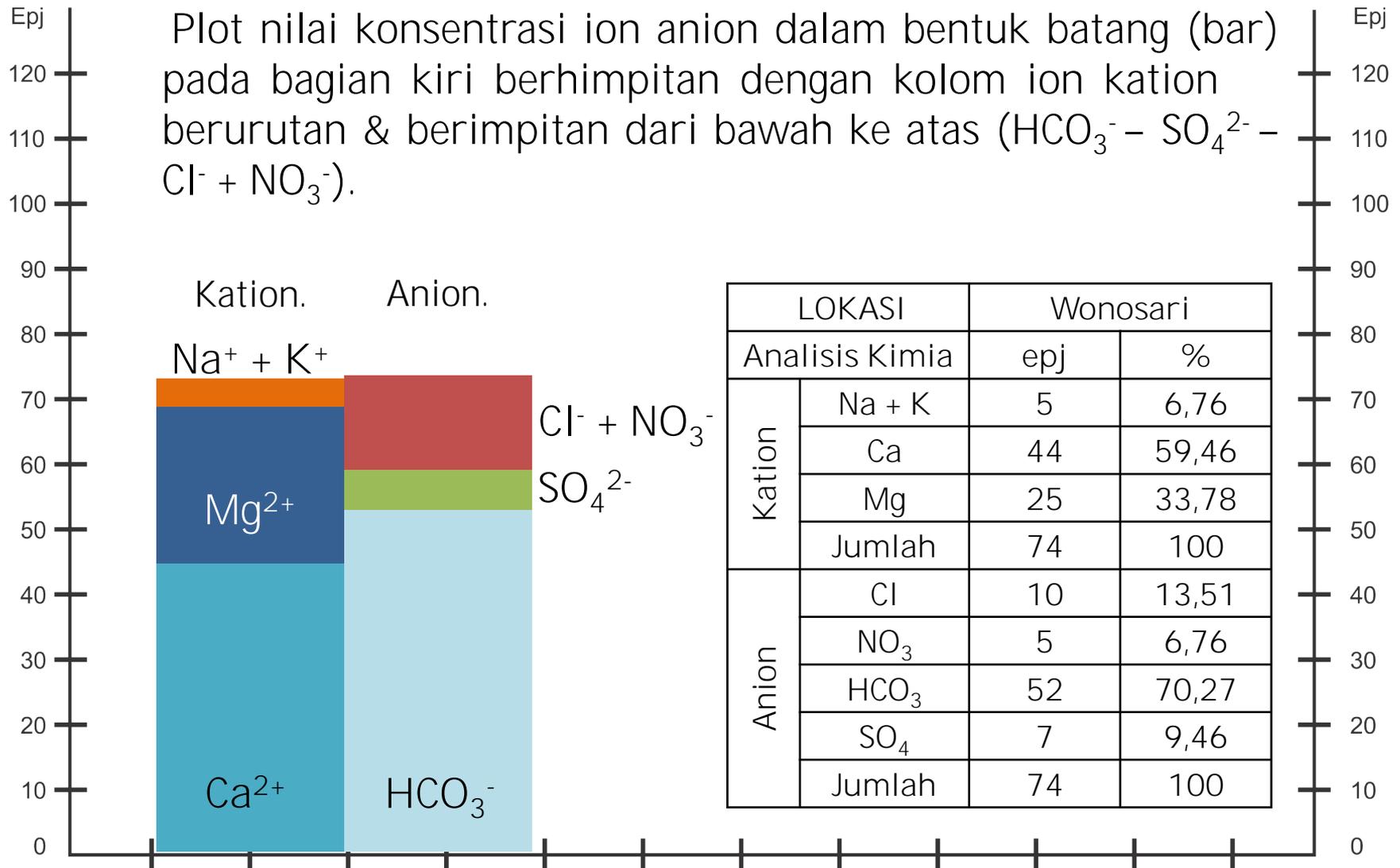
- Menghubungkan/mengkorelasikan kandungan ion airtanah secara tegak.
- Menunjukkan/menggambarkan konsentrasi kandungan ion kation-anion sesuai arah aliran airtanah.

Gambarkan dua buah kolom tegak, dengan garis horizontal sumbu X & garis vertikal sumbu Y. Tinggi kolom menyesuaikan nilai konsentrasi ion (satuan epj).



Plot nilai konsentrasi ion kation (epj) dalam bentuk batang (bar) pada bagian kanan berurutan & berimpitan dari bawah ke atas ( $\text{Ca}^{2+}$  –  $\text{Mg}^{2+}$  –  $\text{Na}^+$  +  $\text{K}^+$ ).

Plot nilai konsentrasi ion anion dalam bentuk batang (bar) pada bagian kiri berhimpitan dengan kolom ion kation berurutan & berimpitan dari bawah ke atas ( $\text{HCO}_3^-$  –  $\text{SO}_4^{2-}$  –  $\text{Cl}^-$  +  $\text{NO}_3^-$ ).



TERIMAKASIH

Kelas 01	NAMA/NIM
----------	----------

Lokasi		A			B			C			D		
Analisis Kimia		bpj	epj	%	bpj	epj	%	bpj	epj	%	bpj	epj	%
KATION	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	2554.09	82.39	71.09	2424.82	78.22		730.67	23.57		342.24	11.04	
	Mg <sup>2+</sup>	75.24			40.92			20.88			21.72		
	Ca <sup>2+</sup>	544.60			791.20			66.40			59.80		
	Fe <sup>+</sup>	0			0			0			0		
	<b>S</b>	3173.93		100	3256.94		100	817.95		100	423.76		100
ANION	Cl <sup>-</sup>	835.10			778.40			758.10			11.20		
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0			515.84			0			0		
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2479.65			3120.76			214.72			899.75		
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2466.24			1842.72			100.80			30.72		
	<b>S</b>	5780.99		100	6257.72		100	1073.62		100	941.67		100
Klas Airtanah													

Lokasi		F			G			H			I		
Analisis Kimia		bpj	epj	%	bpj	epj	%	bpj	epj	%	bpj	epj	%
KATION	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	231.57	7.47		208.63	6.73		21.39	0.69		10.54	0.34	
	Mg <sup>2+</sup>	162.6			831.96			43.44			42.48		
	Ca <sup>2+</sup>	97.2			53.8			166			77.8		
	Fe <sup>+</sup>	0			0			0			0		
	<b>S</b>	491.37		100	1094.39		100	230.83		100	130.82		100
ANION	Cl <sup>-</sup>	1107.75			297.15			28.35			27.65		
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0			155.62			9.3			0.62		
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	384.91			536.19			680.15			345.26		
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	122.88			2830.08			19.2			50.88		
	<b>S</b>	1615.54		100	3819.04		100	737		100	424.41		100
Klas Airtanah													

Kelas 02	NAMA/NIM
----------	----------

Lokasi		A			B			C			D		
Analisis Kimia		bpj	epj	%									
KATION	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	2486.82	80.22		2244.09	72.39		1970.67	63.57		1613.24	52.04	
	Mg <sup>2+</sup>	79.32			99.24			80.88			57.72		
	Ca <sup>2+</sup>	791.20			664.60			566.40			379.80		
	Fe <sup>+</sup>	0			0			0			0		
	<b>S</b>	3357.34		100	3007.93		100	2617.95		100	2050.76		100
ANION	Cl <sup>-</sup>	879.20			835.10			758.10			536.20		
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0			0.00			0			0		
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3663.05			3150.65			2959.72			2363.75		
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1971.84			1842.24			1300.80			990.72		
	<b>S</b>	6514.09		100	5827.99		100	5018.62		100	3890.67		100
Klas Airtanah													

Lokasi		F			G			H			I		
Analisis Kimia		bpj	epj	%									
KATION	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	851.57	27.47		1138.63	36.73		1292.39	41.69		1870.54	60.34	
	Mg <sup>2+</sup>	186.6			159.96			127.44			78.48		
	Ca <sup>2+</sup>	97.2			73.8			66			377.8		
	Fe <sup>+</sup>	0			0			0			0		
	<b>S</b>	1135.37		100	1372.39		100	1485.83		100	2326.82		100
ANION	Cl <sup>-</sup>	1107.75			1032.15			1043.35			1357.65		
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0			217.62			319.3			310.62		
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	567.91			536.19			686.25			1565.26		
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	266.88			430.08			451.2			626.88		
	<b>S</b>	1942.54		100	2216.04		100	2500.1		100	3860.41		100
Klas Airtanah													

Kelas 03	NAMA/NIM
----------	----------

Lokasi		A			B			C			D		
Analisis Kimia		bpj	epj	%									
KATION	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	2176.82	70.22		2244.09	72.39		2590.67	83.57		1934.09	62.39	
	Mg <sup>2+</sup>	439.32			411.24			392.88			195.24		
	Ca <sup>2+</sup>	211.20			264.60			206.40			564.60		
	Fe <sup>+</sup>	0			0			0			0		
	<b>S</b>	2827.34		100	2919.93		100	3189.95		100	2693.93		100
ANION	Cl <sup>-</sup>	995.40			1010.10			1003.10			695.10		
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0			0.00			374			403		
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3669.76			3150.65			3996.72			3040.85		
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1324.32			1842.24			1252.80			1376.64		
	<b>S</b>	5989.48		100	6002.99		100	6626.48		100	5515.59		100
Klas Airtanah													

Lokasi		F			G			H			I		
Analisis Kimia		bpj	epj	%	bpj	epj	%	bpj	epj	%	bpj	epj	%
KATION	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	413.82	9.04		208.63	6.73		393.39	12.69		289.54	9.34	
	Mg <sup>2+</sup>	333.31			639.96			295.44			222.48		
	Ca <sup>2+</sup>	1177.50			173.80			186.00			97.80		
	Fe <sup>+</sup>	0			0			0			0		
	<b>S</b>	1924.63		100	1022.39		100	874.83		100	609.82		100
ANION	Cl <sup>-</sup>	533.37			367.15			1106.35			797.65		
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0			341.62			195.30			0		
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4121.91			597.19			381.25			345.26		
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	825.04			2062.08			211.20			194.88		
	<b>S</b>	5480.33		100	3368.04		100	1894.10		100	1337.79		100
Klas Airtanah													

Praktikum Hidrogeologi  
Jurusan Teknik Geologi  
Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta



ACARA VII  
METODE ANALISIS TRILINIER PIPER



## Tujuan :

(Suharyadi, 1984)

Menentukan genetika atau fasies airtanah suatu daerah.

Menentukan sumber unsur penyusun terlarut dalam airtanah dan perubahan sifat air yang melewati suatu wilayah tertentu.

Menentukan hubungan permasalahan geokimia airtanah pada suatu akuifer terhadap akuifer yang lain.

## Manfaat :

(Suharyadi, 1984)

Mengetahui kualitas airtanah.

Mengetahui hubungan antar akuifer.

Mengetahui proses pembentukan airtanah, sejarah, dan evolusi airtanah.

Mengetahui pencemaran airtanah.

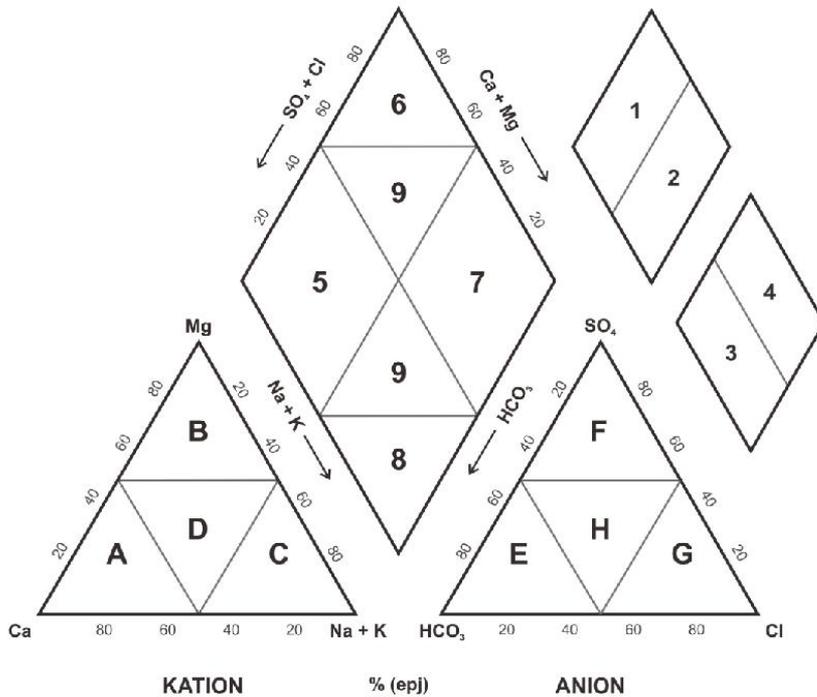
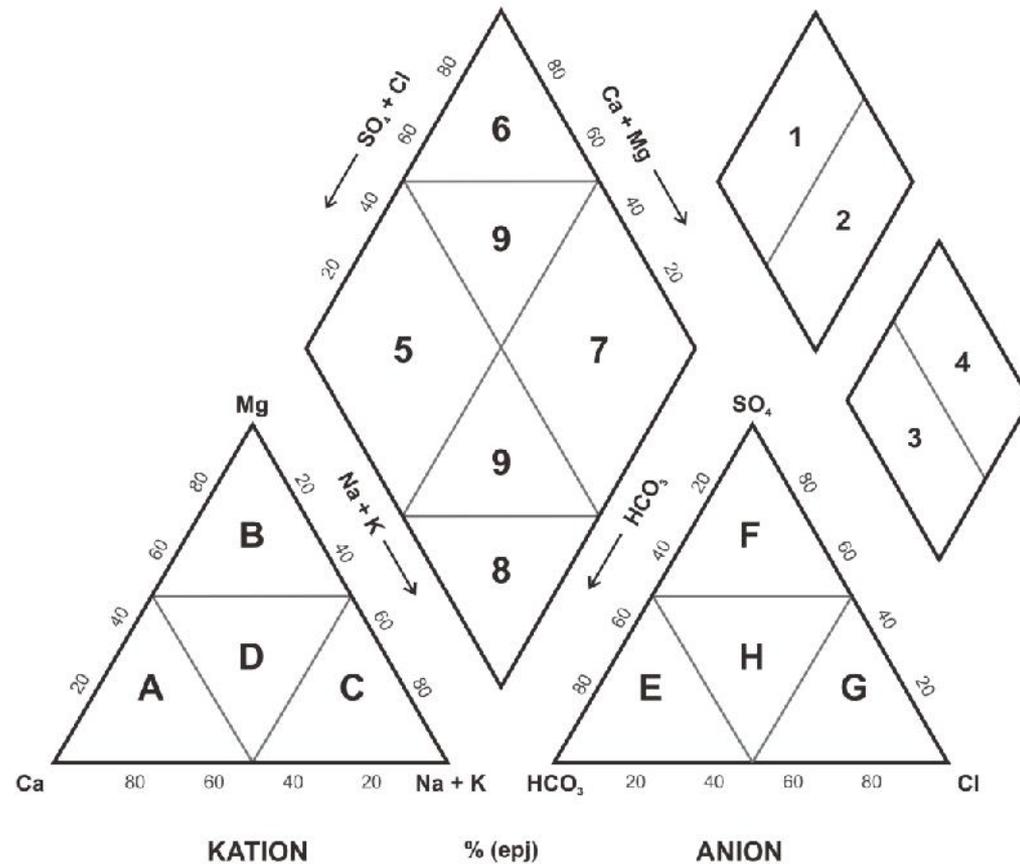


Diagram Trilinier Piper terdiri atas:

Dua diagram segitiga, menunjukkan prosentase epj (% epj) ion kation dan ion anion yang terkandung dalam airtanah.

Satu diagram jajargenjang, menunjukkan kandungan alkali tanah ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ), alkali ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ), asam lemah ( $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ), dan asam kuat ( $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ ) dalam airtanah, berdasarkan kombinasi ion kation maupun ion anion.

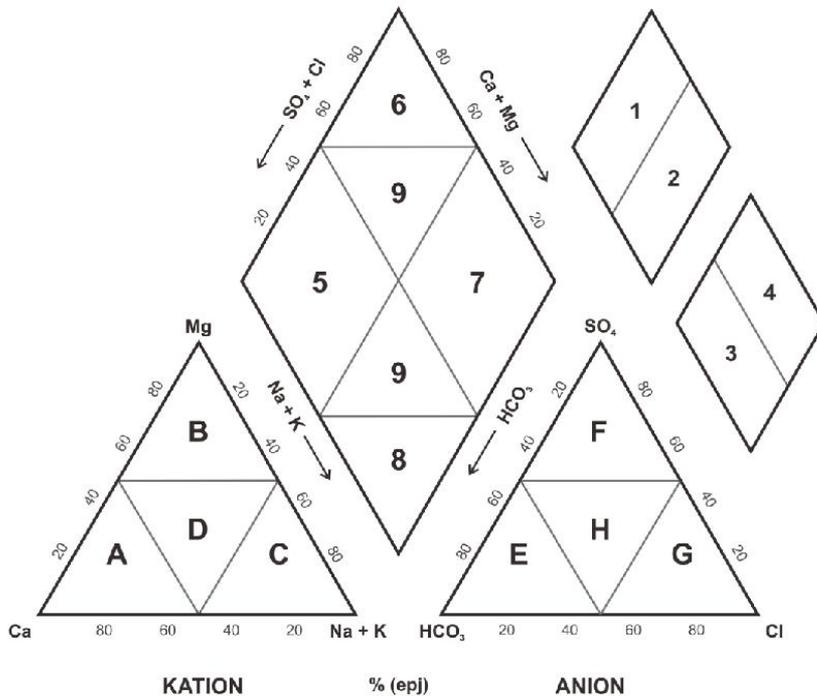


## KATION

A : Tipe Kalsium  
 B : Tipe Magnesium  
 C : Tipe Sodium & Potasium/Tipe Alkali  
 D : Tidak terdapat tipe dominan

## ANION

E : Tipe Bikarbonat  
 F : Tipe Sulfat  
 G : Tipe Klorida  
 H : Tidak terdapat tipe dominan

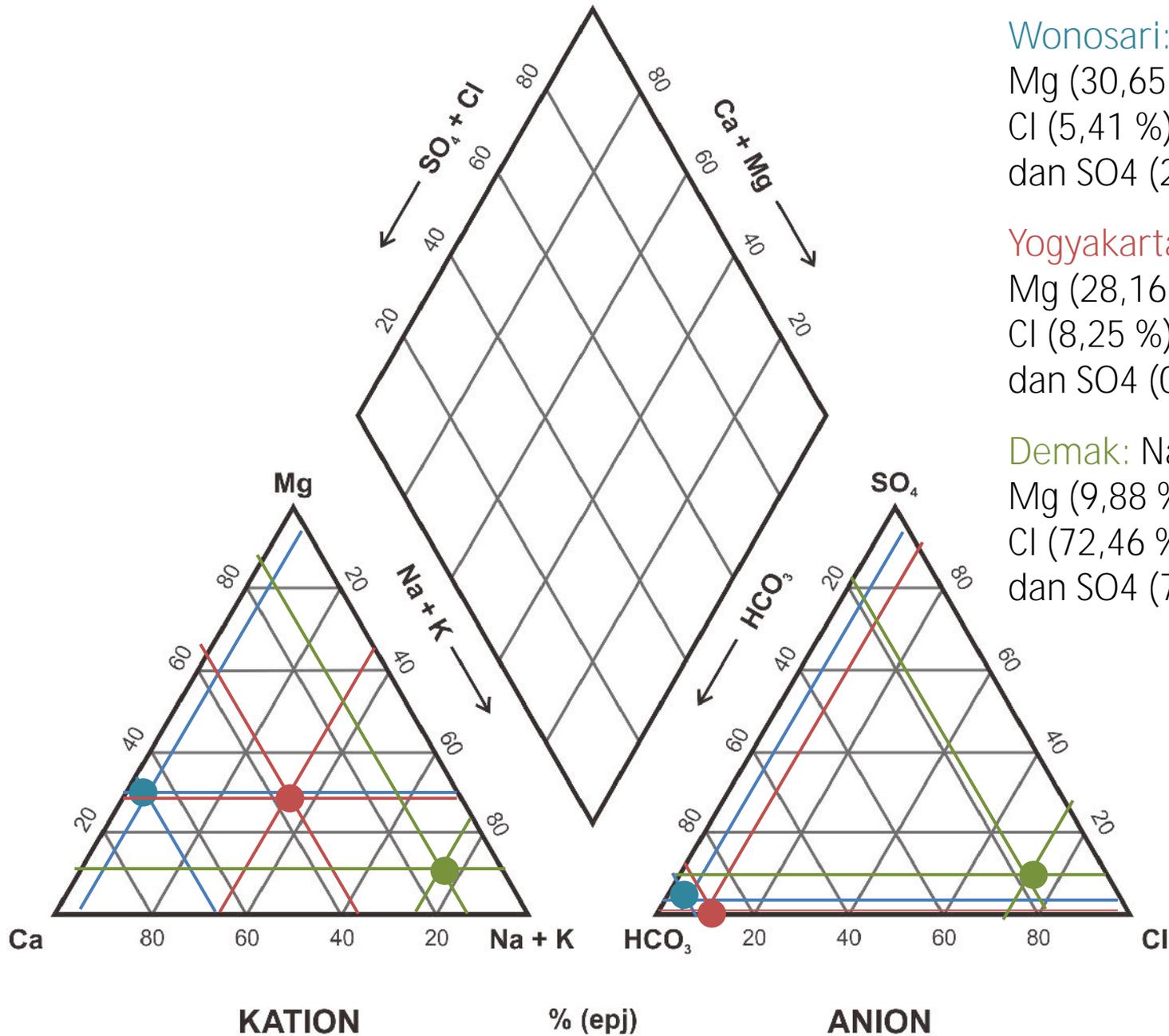


1	Alkali tanah ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) melebihi alkali ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ).
2	Alkali ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ) melebihi alkali tanah ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ).
3	Asam lemah ( $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ) melebihi asam kuat ( $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ ).
4	Asam kuat ( $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ ) melebihi asam lemah ( $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ).
5	Tipe Magnesium Bikarbonat dengan kekerasan karbonat (alkalinitas sekunder) > 50 %, airtanah didominasi alkali tanah ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) dan asam lemah ( $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ).
6	Tipe Kalsium Klorida dengan kekerasan non karbonat (kegaraman sekunder) > 50 %.
7	Tipe Sodium Klorida dengan non karbonat alkali (kegaraman primer) > 50 %, sifat kimia airtanah didominasi alkali ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ) dan asam kuat ( $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ ). Tipe ini berupa air laut dan air garam.
8	Tipe Sodium Bikarbonat dengan karbonat alkali (alkalinitas primer) > 50 %.
9	Tipe campuran, kandungan kation dan anion seimbang, tidak ada yang melebihi 50 %.

# Langkah Kerja

- 1) Tentukan nilai prosentase epj (% epj) dari konsentrasi ion kation ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) dan ion anion ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ). Kerjakan pada lembar yang telah disediakan sesuai dengan data konsentrasi pada acara sebelumnya.
- 2) Plot nilai prosentase epj (% epj) setiap ion kation pada diagram segitiga kiri bawah.
- 3) Plot nilai prosentase epj (% epj) dari setiap ion anion pada segitiga anion kanan bawah.

LOKASI		Wonosari (Batugamping)		Yogyakarta (Endapan Volkanik)		Demak (Aluvial Pantai)	
Analisis Kimia		epj	%	epj	%	epj	%
KATION	Na + K	0,25	3,72	0,75	36,40	21,85	76,56
	Mg	2,06	30,65	0,58	28,16	2,82	9,88
	Ca	4,41	65,63	0,73	35,44	3,87	13,56
	Jumlah	6,72	100	2,06	100	28,54	100
ANION	Cl	0,35	5,41	0,17	8,25	19,04	72,46
	HCO <sub>3</sub>	5,97	92,27	1,89	91,75	5,16	19,63
	SO <sub>4</sub>	0,15	2,32	0	0	2,08	7,91
	Jumlah	6,47	100	2,06	100	26,28	100
SiO <sub>2</sub> (bpj)		29,50		55		20,5	
pH		7,43		7,3		7,4	



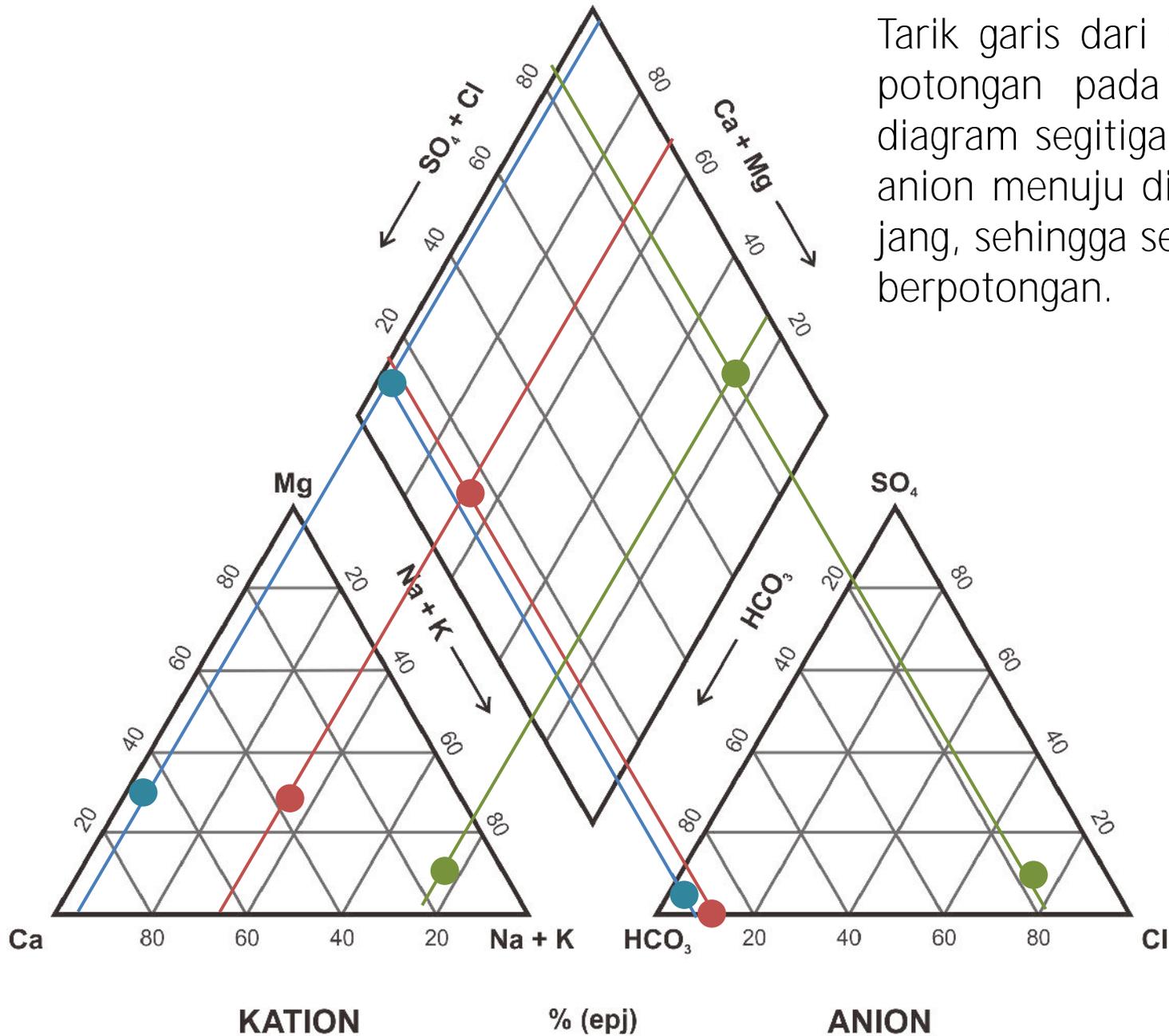
**Wonosari:** Na + K (3,72 %);  
 Mg (30,65 %); Ca (65,63 %);  
 Cl (5,41 %);  $HCO_3$  (92,27 %);  
 dan  $SO_4$  (2,32 %).

**Yogyakarta:** Na + K (36,40 %);  
 Mg (28,16 %); Ca (35,44 %);  
 Cl (8,25 %);  $HCO_3$  (91,75 %);  
 dan  $SO_4$  (0 %).

**Demak:** Na + K (76,56 %);  
 Mg (9,88 %); Ca (13,56 %);  
 Cl (72,46 %);  $HCO_3$  (19,63 %);  
 dan  $SO_4$  (7,91 %).

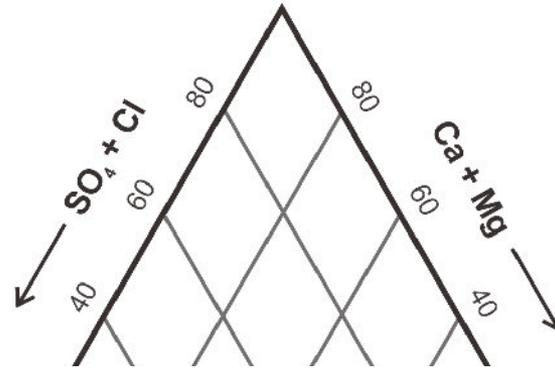
# Langkah Kerja

- 4) Tarik garis dari setiap titik perpotongan pada masing-masing diagram segitiga kation maupun anion menuju diagram jajargenjang, sehingga setiap garis saling berpotongan.
- 5) Tentukan tipe airtanah berdasarkan kandungan dominan ion kation maupun ion anion.
- 6) Tentukan fasies airtanah berdasarkan persebaran titik perpotongan pada diagram jajargenjang.



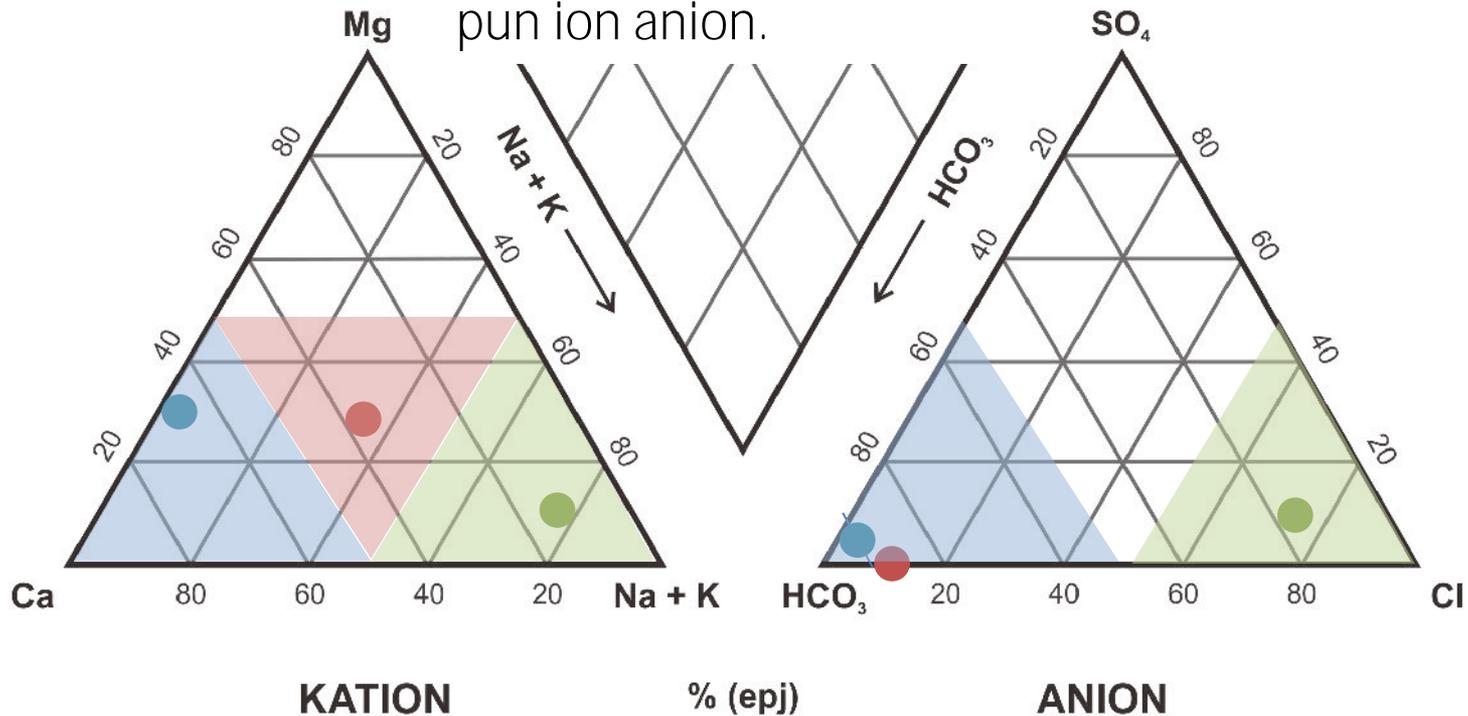
Tarik garis dari setiap titik perpotongan pada masing-masing diagram segitiga kation maupun anion menuju diagram jajargenjang, sehingga setiap garis saling berpotongan.

Berdasarkan kandungan ion Kation, airtanah daerah Wonosari memiliki tipe Kalsium, daerah Demak memiliki tipe Alkali, dan daerah Yogyakarta tidak memiliki tipe dominan.

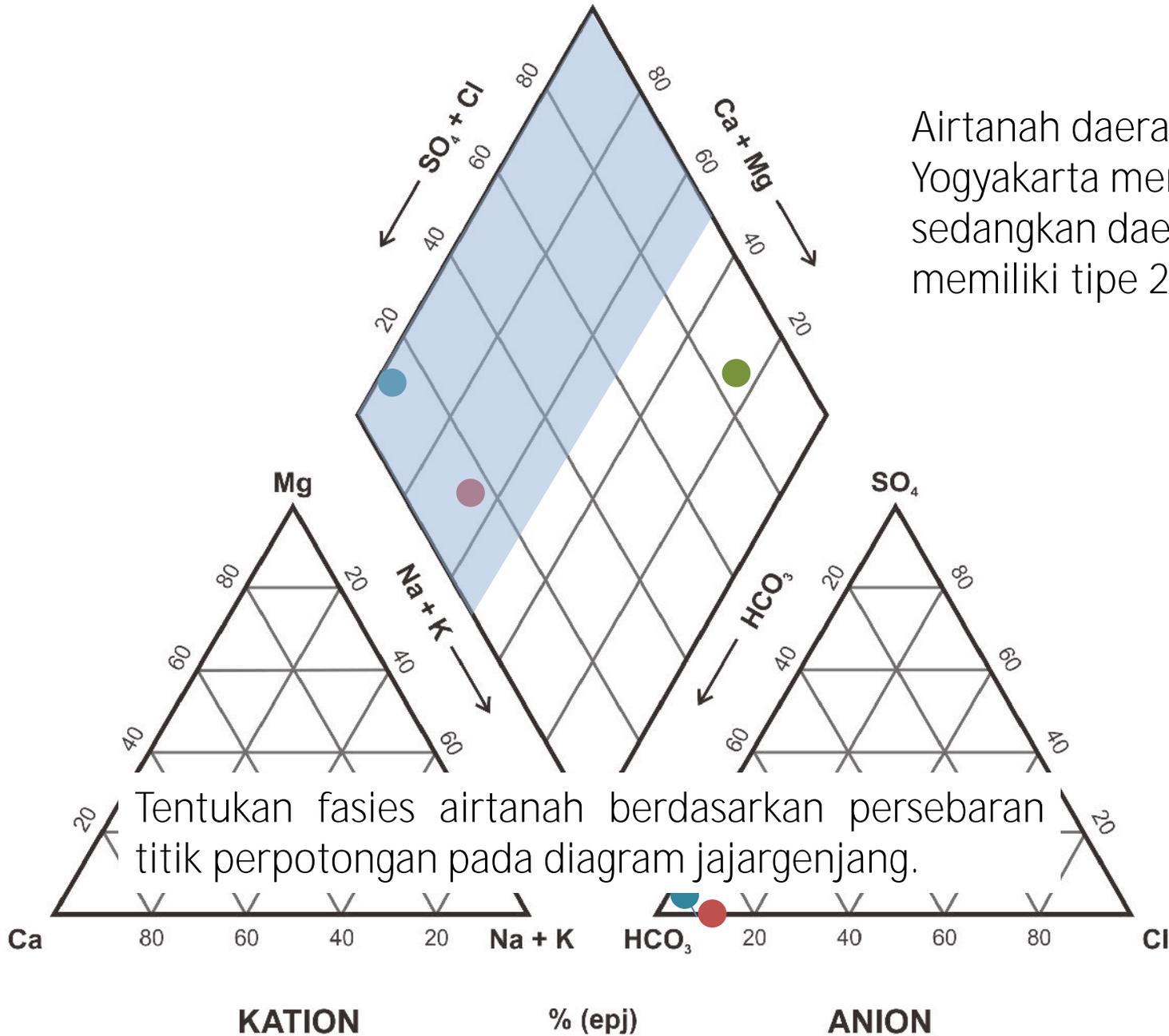


Tentukan tipe airtanah berdasarkan kandungan dominan ion kation maupun ion anion.

Berdasarkan kandungan ion Anion, airtanah daerah Wonosari & Yogyakarta memiliki tipe Bikarbonat, sedangkan daerah Demak memiliki tipe Klorida.

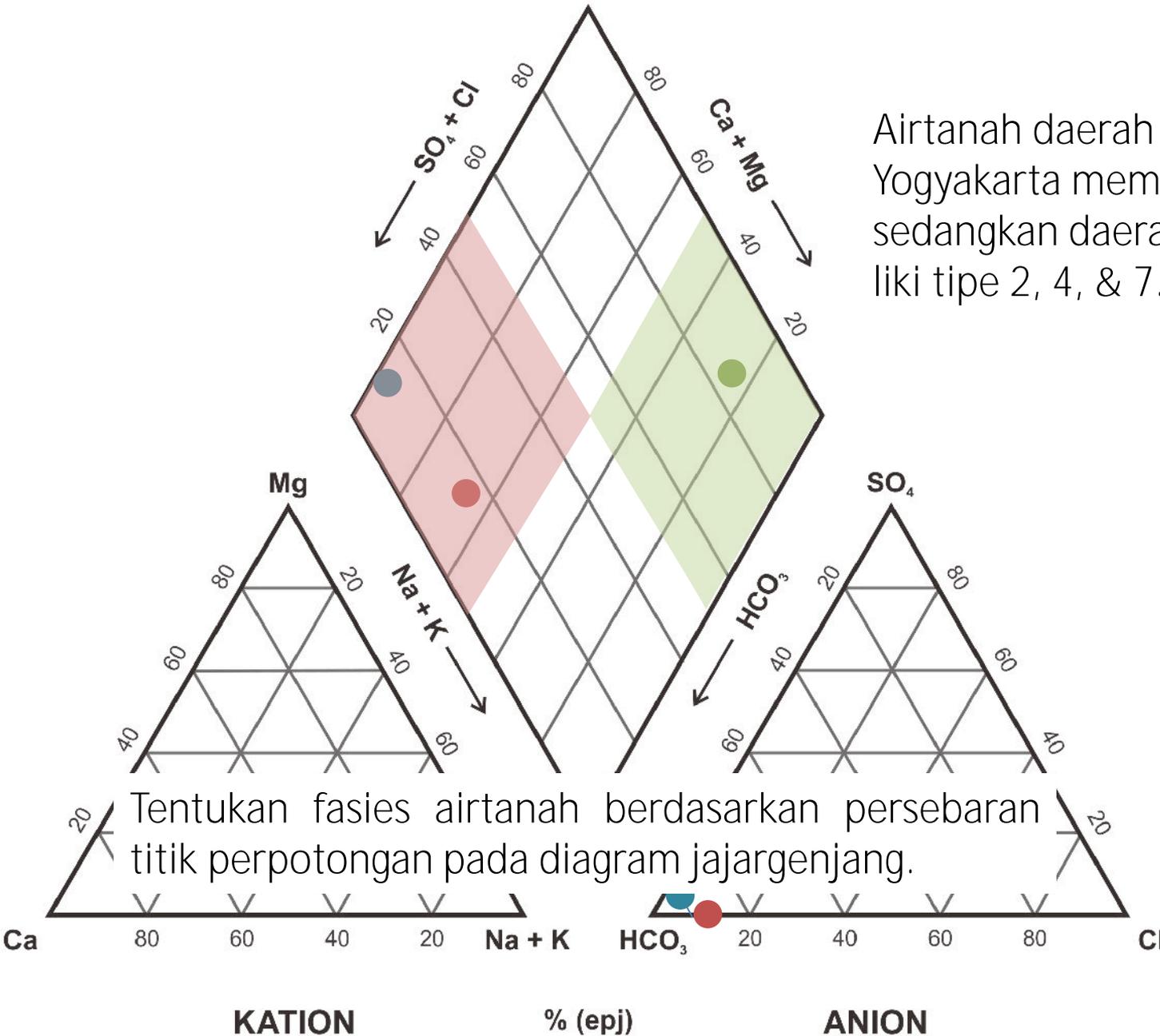


Airtanah daerah Wonosari & Yogyakarta memiliki tipe 1, sedangkan daerah Demak memiliki tipe 2.



Tentukan fasies airtanah berdasarkan persebaran titik perpotongan pada diagram jajargenjang.





Airtanah daerah Wonosari & Yogyakarta memiliki tipe 1, 3, & 5, sedangkan daerah Demak memiliki tipe 2, 4, & 7.

Tentukan fasies airtanah berdasarkan persebaran titik perpotongan pada diagram jajargenjang.

Berdasarkan hasil plotting dapat diinterpretasikan bahwa:

1. Daerah Wonosari dan Yogyakarta memiliki kandungan alkali tanah ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) melebihi alkali ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ) dan asam lemah ( $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ) melebihi asam kuat ( $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ ). Dengan demikian, airtanah kedua tempat tersebut memiliki Tipe Magnesium Bikarbonat dengan kekerasan karbonat (alkalinitas sekunder) > 50 %, airtanah didominasi alkali tanah ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) dan asam lemah ( $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ).
2. Daerah Demak memiliki kandungan alkali ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ) melebihi alkali tanah ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) dan asam kuat ( $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ ) melebihi asam lemah ( $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ). Dengan demikian, airtanah daerah Demak memiliki Tipe Sodium Klorida dengan non karbonat alkali (kegaraman primer) > 50 %, sifat kimia airtanah didominasi alkali ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ) dan asam kuat ( $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ ). Tipe ini berupa air laut dan air garam.

TERIMAKASIH

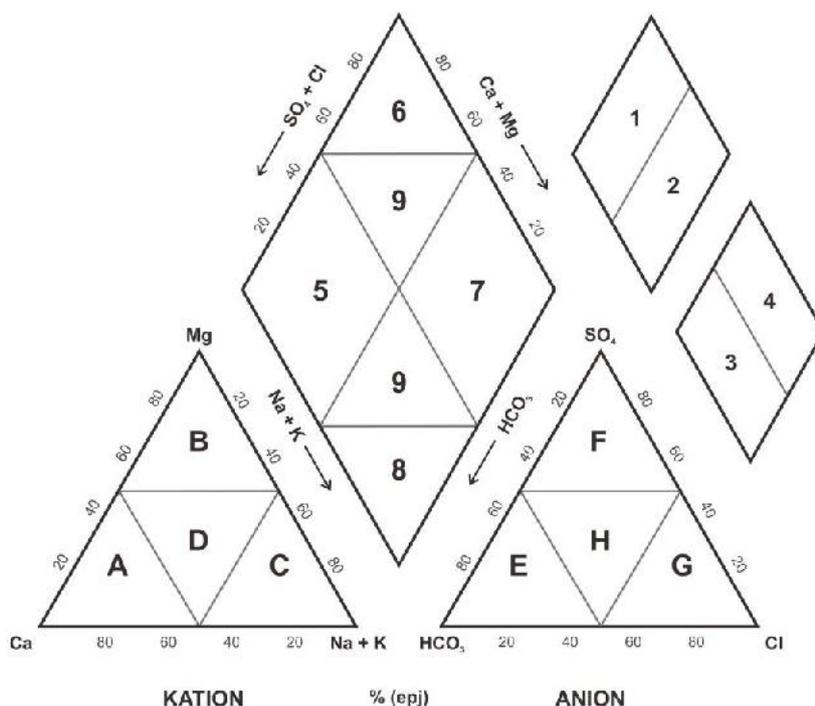


## INTERPRETASI KIMIA AIRTANAH DENGAN METODE ANALISIS TRILINIER PIPER

Sebagaimana diuraikan pada acara praktikum sebelumnya, kualitas dan kelayakan airtanah dapat ditentukan melalui analisis dan interpretasi kandungan kimia airtanah. Selain itu, melalui analisis kimia airtanah dapat ditentukan proses pembentukan, sejarah maupun evolusi airtanah.

Pada praktikum ini, akan dilakukan analisis airtanah dengan Diagram Triliniar Piper berdasarkan kandungan ion kation:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  dan ion anion:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . Metode analisis Diagram Triliniar dilakukan guna menentukan genetika atau fasis airtanah suatu daerah. Dengan demikian, dapat ditentukan sumber unsur penyusun terlarut dalam airtanah, perubahan sifat air yang melewati suatu wilayah tertentu maupun hubungannya dengan permasalahan geokimia (Suharyadi, 1984).

Diagram Triliniar Piper terdiri atas dua diagram dalam bentuk segitiga dan satu diagram dalam bentuk jajargenjang, sebagaimana tampak pada Gambar 1. Diagram segitiga menunjukkan konsentrasi ion kation maupun ion anion yang terkandung dalam airtanah, masing-masing dalam satuan persen epj (% epj). Diagram jajargenjang menunjukkan variasi atau kombinasi ion kation maupun ion anion yang terkandung dalam airtanah, dalam satuan persen epj (% epj).



Gambar 1.

Diagram segitiga menunjukkan pembagian tipe airtanah berdasarkan kandungan dominan ion kation maupun ion anion.

Diagram jajargenjang menunjukkan pembagian fasis airtanah berdasarkan kombinasi alkali tanah ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ), alkali ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ), asam lemah ( $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ), dan asam kuat ( $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ ).

Penjelasan setiap tipe dan fasis airtanah dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.



Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1, berdasarkan diagram segitiga kation maupun anion, airtanah dapat dikelompokkan menjadi empat tipe (Tabel 1). Berdasarkan komponen kimia yang terdapat pada diagram jajargenjang (Gambar 1), airtanah dapat dikelompokkan menjadi sembilan fasies (Tabel 2). Tipe kualitas airtanah dapat diketahui secara cepat dengan memperhatikan kelompok dominan hasil pengeplotan data pada diagram jajargenjang.

Tabel 1. Tipe airtanah berdasarkan kandungan dominan ion kation maupun ion anion.

Kation	Anion
A : Tipe Kalsium;	E : Tipe Bikarbonat;
B : Tipe Magnesium;	F : Tipe Sulfat;
C : Tipe Sodium & Potasium/ Tipe Alkali; dan	G : Tipe Klorida; dan
D : Tidak terdapat tipe dominan.	H : Tidak terdapat tipe dominan.

Tabel 2. Pembagian fasies airtanah berdasarkan kombinasi kandungan ion kation maupun ion anion (Walton, 1970).

1	Alkali tanah ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) melebihi alkali ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ).
2	Alkali ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ) melebihi alkali tanah ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ).
3	Asam lemah ( $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ) melebihi asam kuat ( $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ ).
4	Asam kuat ( $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ ) melebihi asam lemah ( $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ).
5	Tipe Magnesium Bikarbonat dengan kekerasan karbonat (alkalinitas sekunder) > 50 %, airtanah didominasi alkali tanah ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) dan asam lemah ( $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ).
6	Tipe Kalsium Klorida dengan kekerasan non karbonat (kegaraman sekunder) > 50 %.
7	Tipe Sodium Klorida dengan non karbonat alkali (kegaraman primer) > 50 %, sifat kimia airtanah didominasi alkali ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ) dan asam kuat ( $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ ). Tipe ini berupa air laut dan air garam.
8	Tipe Sodium Bikarbonat dengan karbonat alkali (alkalinitas primer) > 50 %.
9	Tipe campuran, kandungan kation dan anion seimbang, tidak ada yang melebihi 50 %.

## Maksud dan Tujuan

Maksud dilaksanakan Praktikum: Metode Analisis Trilinier Piper, 1) guna mengetahui langkah kerja dan 2) manfaat analisis kimia airtanah dengan Diagram Trilinier Piper, serta 3) mampu melakukan interpretasi kimia airtanah dengan Diagram Trilinier Piper. Tujuan pelaksanaan Praktikum: Metode Analisis Trilinier Piper, guna: 1) menentukan tipe kualitas dan 2) fasies airtanah.

## Alat dan Bahan

Guna mendukung pelaksanaan Praktikum: Metode Analisis Trilinier Piper, diperlukan sejumlah alat dan bahan. Berikut alat dan bahan yang diperlukan: a) alat tulis

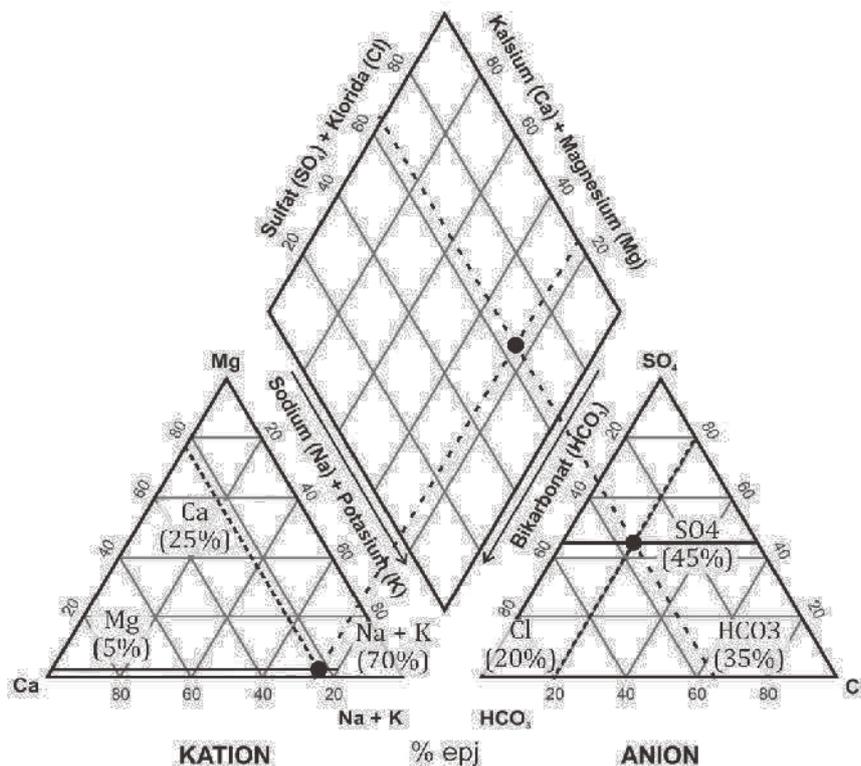


(pencil, pulpen, penggaris, dan penghapus); b) pensil warna; c) kalkulator; d) data kualitas air tanah; dan e) Diagram Trilinier Piper.

### Langkah Kerja

Pada Praktikum: Metode Analisis Trilinier Piper, akan dilakukan interpretasi kimia airtanah dengan menggunakan Diagram Trilinier Piper. Langkah kerja sebagai berikut:

- 1) Tentukan nilai prosentase epj (% epj) dari konsentrasi ion kation ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) dan ion anion ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).
- 2) Plot nilai prosentase epj (% epj) setiap ion kation pada diagram segitiga kiri bawah (Gambar 2). Contoh:  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  (70%);  $\text{Ca}^{2+}$  (25%); dan  $\text{Mg}^{2+}$  (5%).
- 3) Plot nilai prosentase epj (% epj) dari setiap ion anion pada segitiga anion kanan bawah (Gambar 2). Contoh:  $\text{Cl}^-$  (20%);  $\text{HCO}_3^-$  (35%); dan  $\text{SO}_4^{2-}$  (45%).
- 4) Tarik garis dari setiap titik perpotongan pada masing-masing diagram segitiga kation maupun anion menuju diagram jajargenjang, sehingga setiap garis saling berpotongan (Gambar 2).
- 5) Tentukan tipe airtanah berdasarkan kandungan dominan ion kation maupun ion anion, berdasarkan Gambar 1 dan Tabel 1.
- 6) Tentukan fasies airtanah berdasarkan persebaran titik perpotongan pada diagram jajargenjang, dengan acuan mengikuti Gambar 1 dan Tabel 2.



Gambar 2.

Airtanah memiliki tipe kation: Alkali dan tipe anion: tidak terdapat tipe dominan.

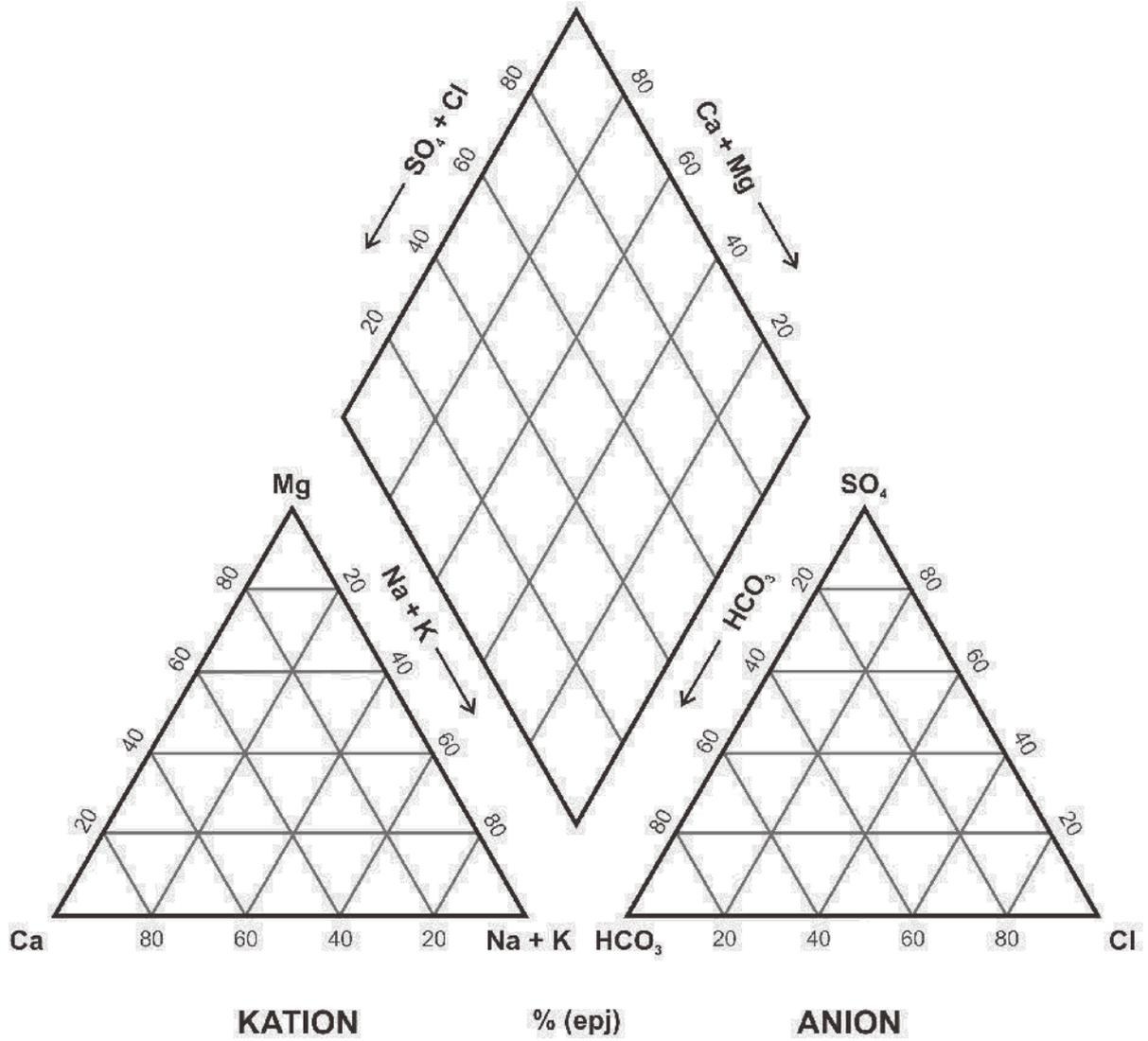
Fasies airtanah termasuk Tipe 2, 4, dan 7, maka airtanah memiliki alkali ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ) melebihi alkali tanah ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) dan memiliki asam kuat ( $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ ) melebihi asam lemah ( $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ). Dengan demikian, airtanah termasuk jenis Sodium Klorida dengan non karbonat alkali (kegaraman primer) > 50 %. Sifat kimia airtanah didominasi alkali dan asam kuat, maka airtanah berupa air laut dan air garam, sehingga tidak layak konsumsi.



PRODI TEKNIK GEOLOGI, ITNY  
 PRAKTIKUM HIDROGEOLOGI  
 ACARA VII. METODE ANALISIS TRILINIER PIPER

Lokasi	A		B		C		D	
	epj	%	epj	%	epj	%	epj	%
Analisis Kimia								
	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>							
	Mg <sup>2+</sup>							
	Ca <sup>2+</sup>							
Anion	S							
	Cl <sup>-</sup>							
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>							
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>							
	S							

Lokasi	F		G		H		I	
	epj	%	epj	%	epj	%	epj	%
Analisis Kimia								
	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>							
	Mg <sup>2+</sup>							
	Ca <sup>2+</sup>							
Anion	S							
	Cl <sup>-</sup>							
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>							
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>							
	S							



Praktikum Hidrogeologi  
Jurusan Teknik Geologi  
Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta



ACARA VIII.  
PETA POLA ALIRAN AIR TANAH



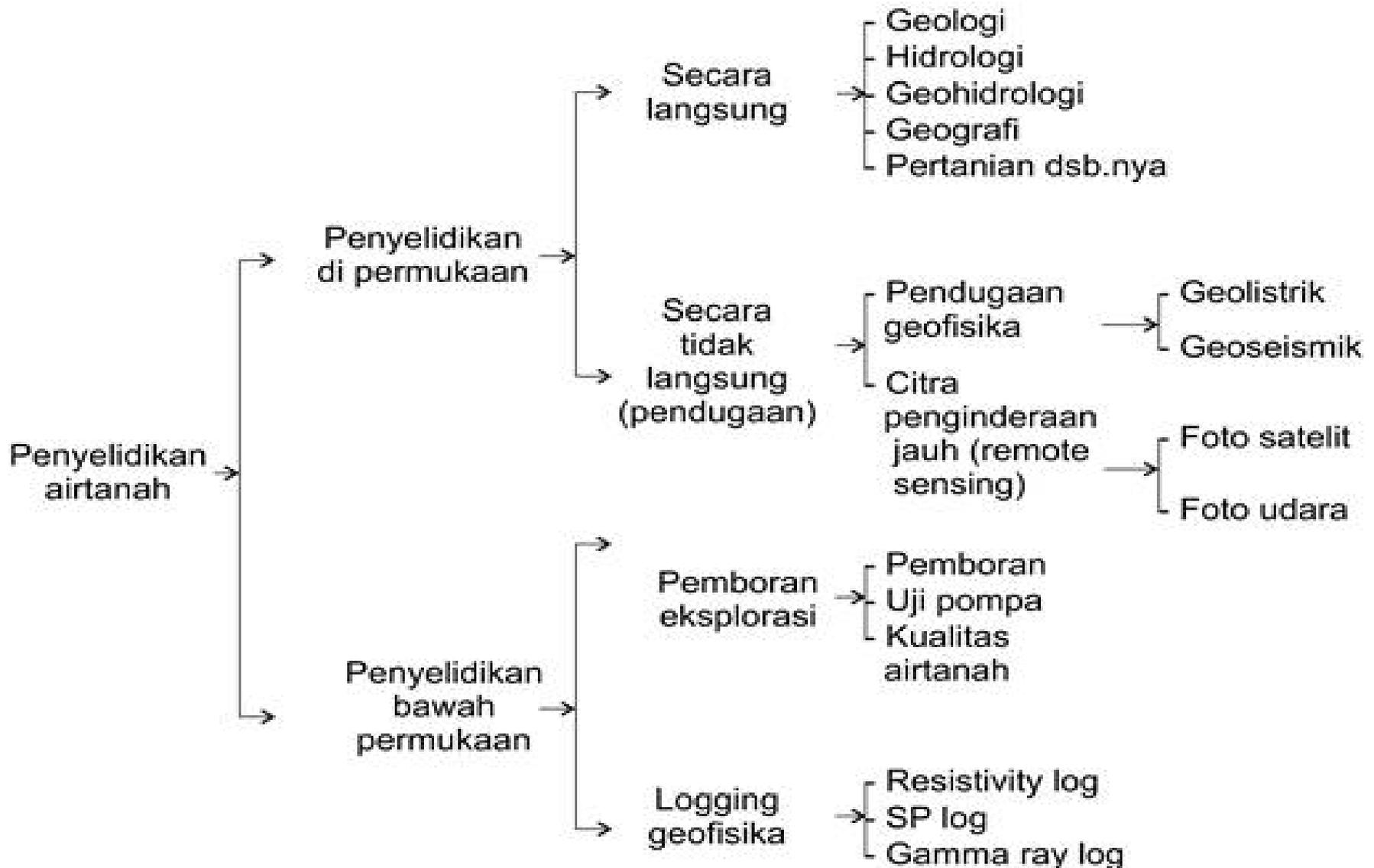
# Tujuan

- Mengenal jenis batuan sebagai akuifer.
- Mengetahui jenis akuifer yang berkembang.
- Mampu menentukan letak/kedalaman akuifer.
- Mampu menentukan desain konstruksi sumur.

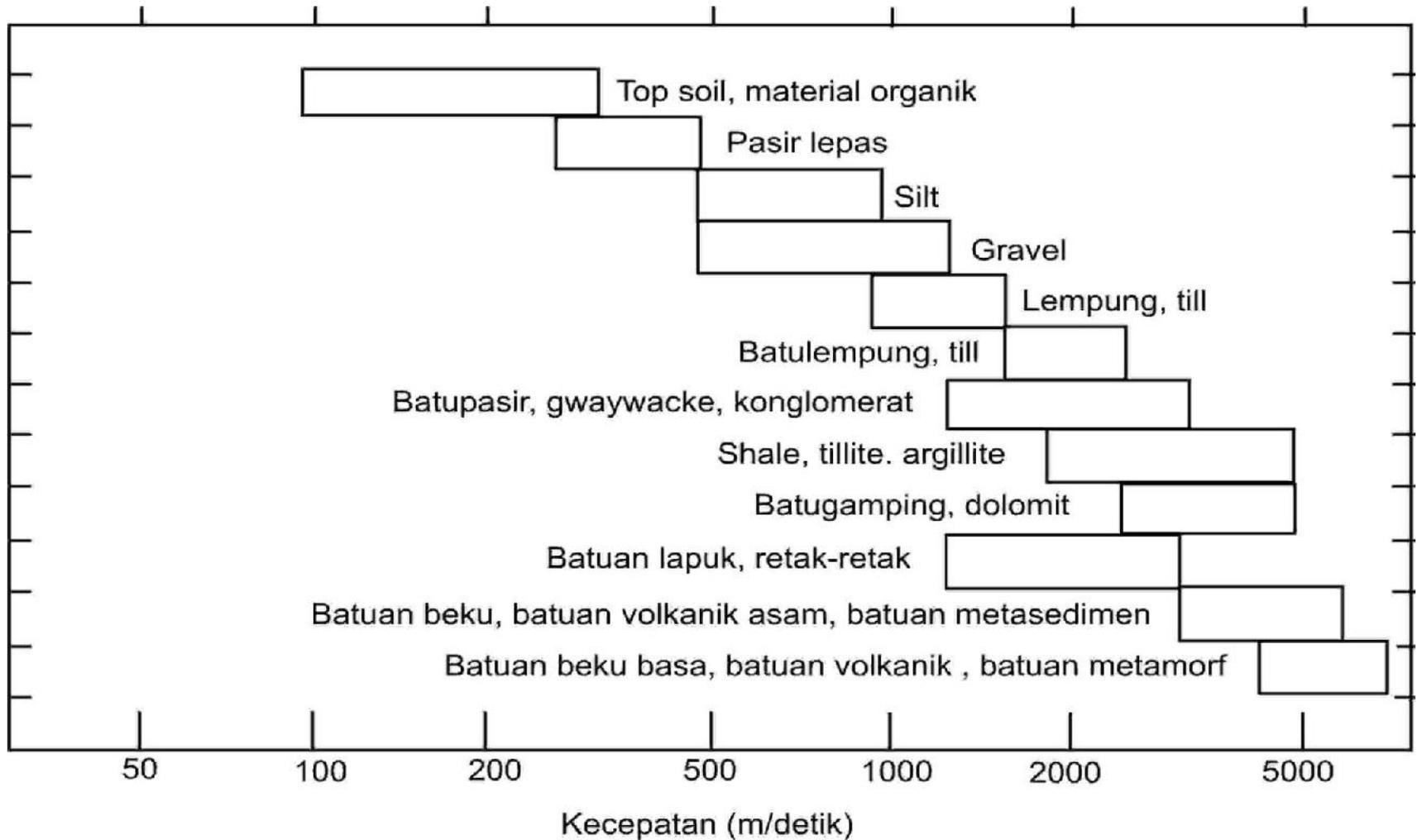
Perencanaan konstruksi sumur dilakukan sebagai upaya memanfaatkan airtanah secara optimum dalam waktu yang cukup lama.

Perencanaan konstruksi diterapkan pada sumur dalam dengan jenis akuifer tertekan berdasarkan kondisi hidrogeologi yang diketahui melalui penyelidikan permukaan maupun bawah permukaan.

# Tahapan penyelidikan airtanah

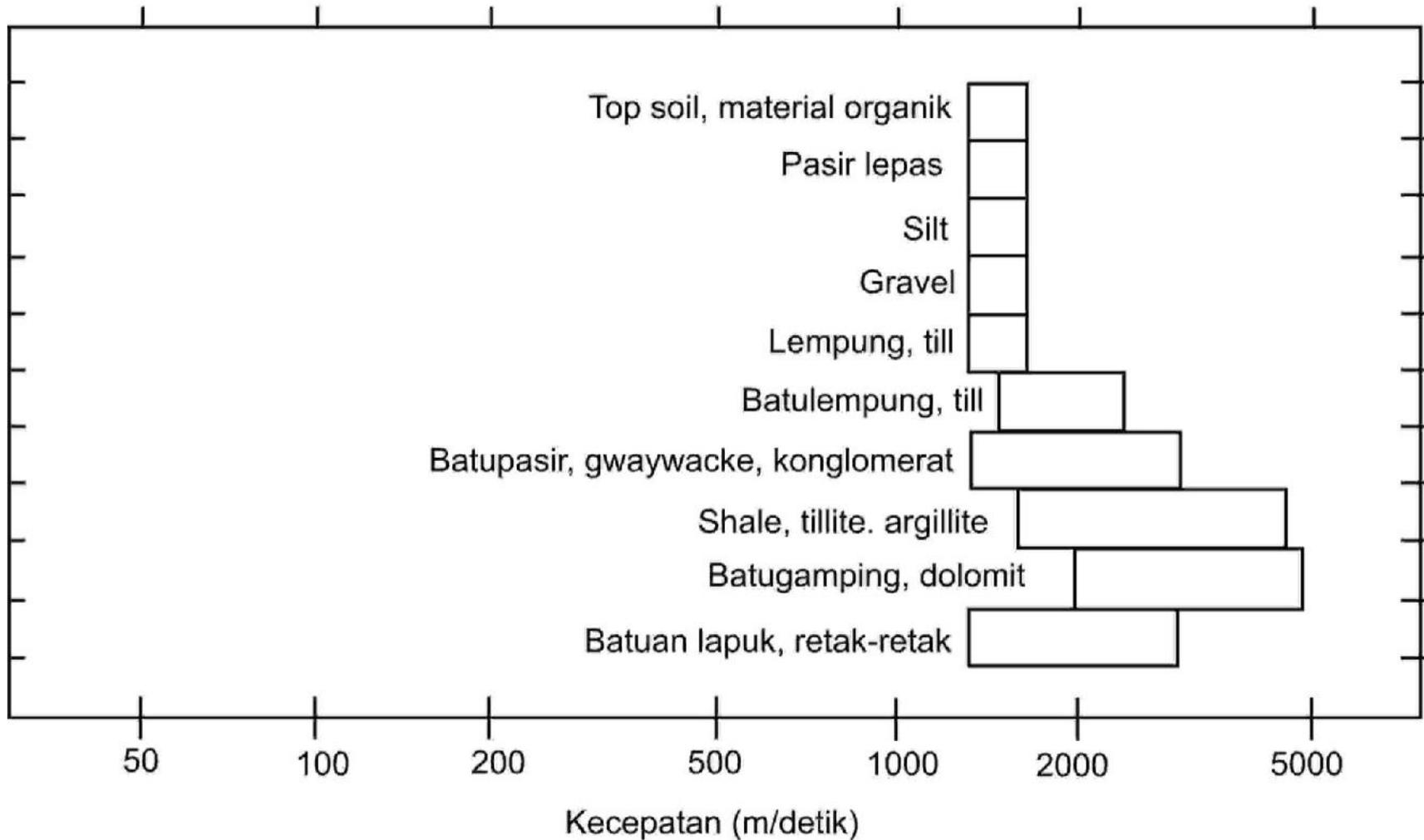


# Kecepatan rambat gelombang seismik pada batuan tidak jenuh air



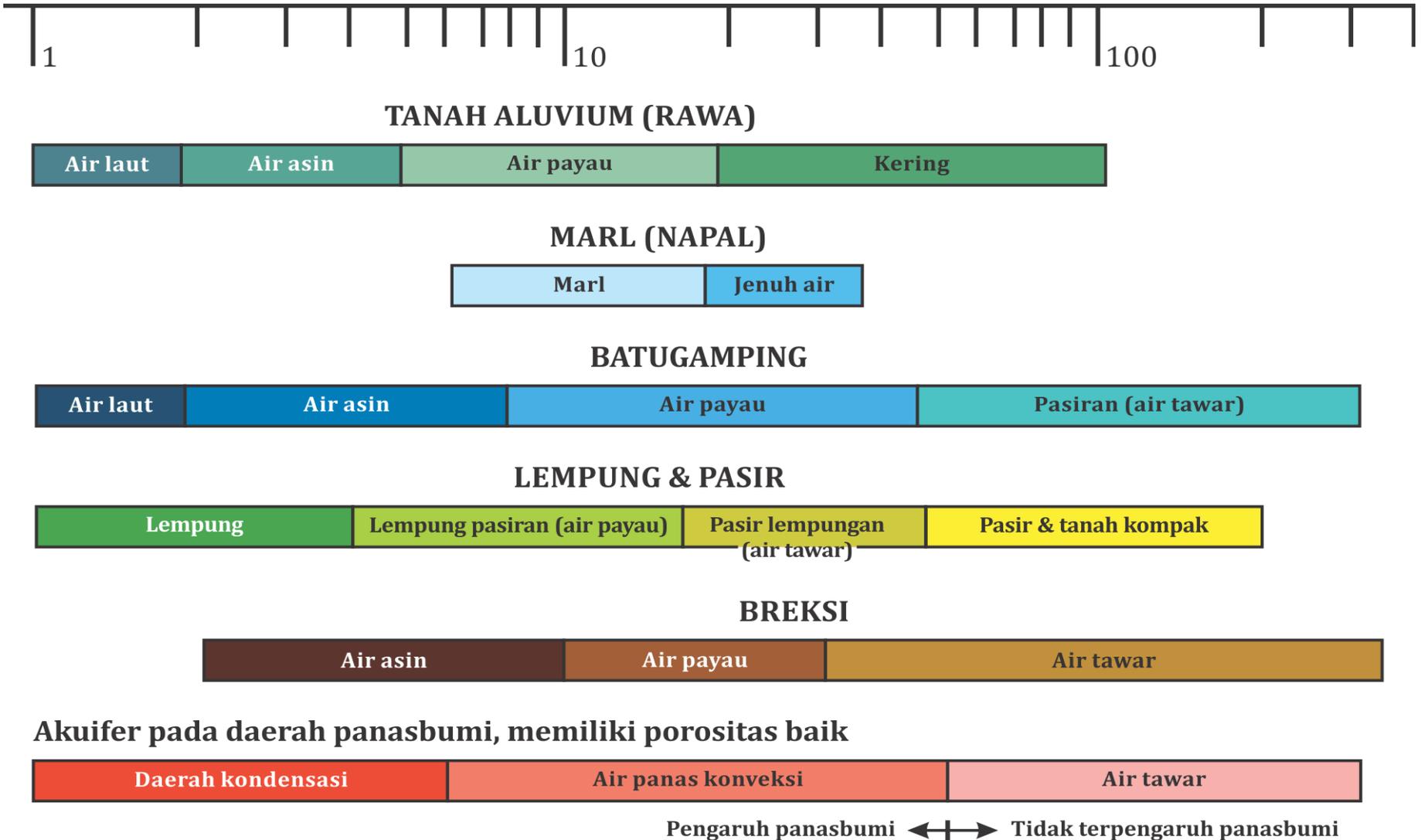
(Todd, D.K., 1980)

# Kecepatan rambat gelombang seismik pada batuan jenuh air

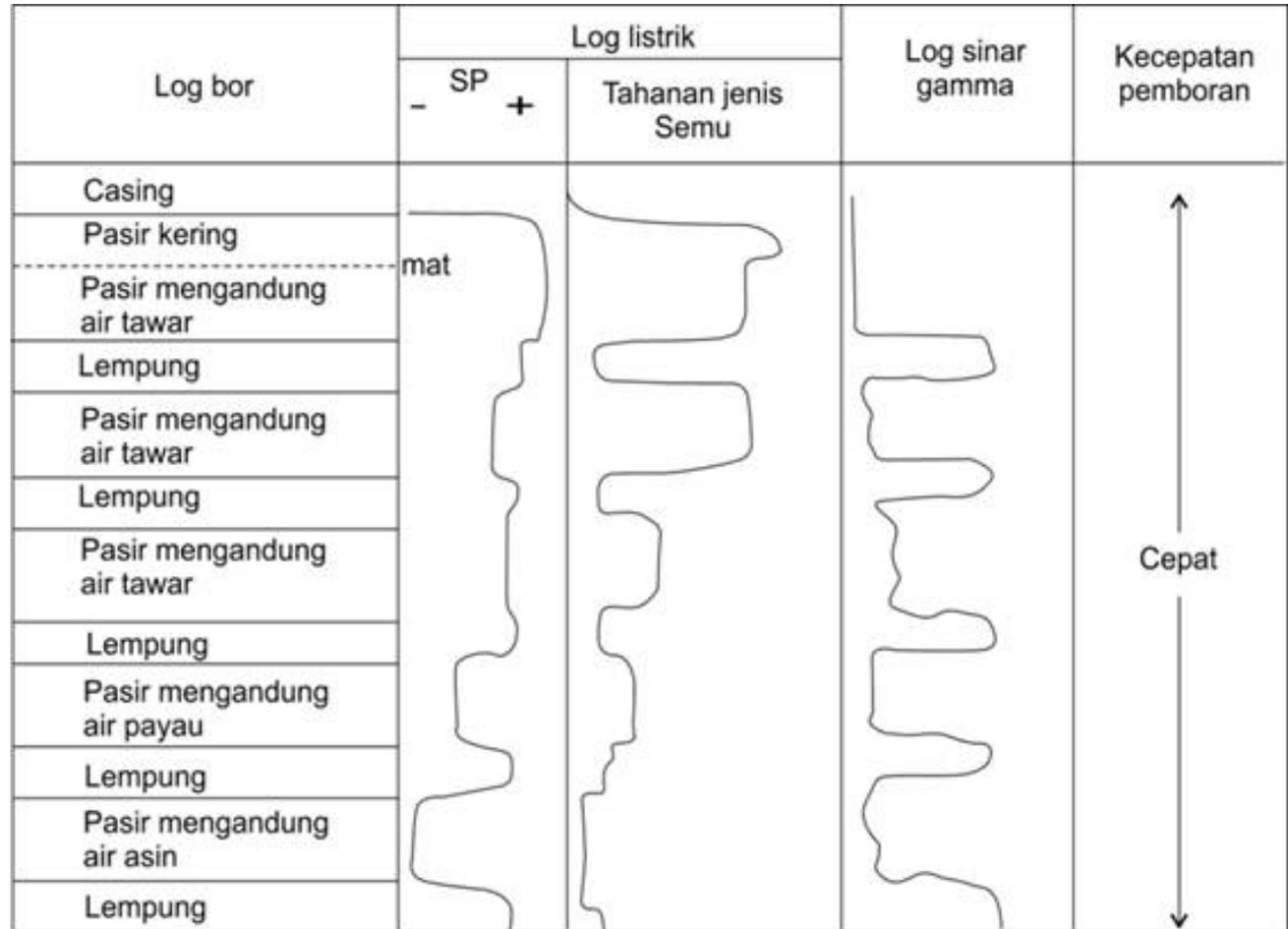


(Todd, D.K., 1980)

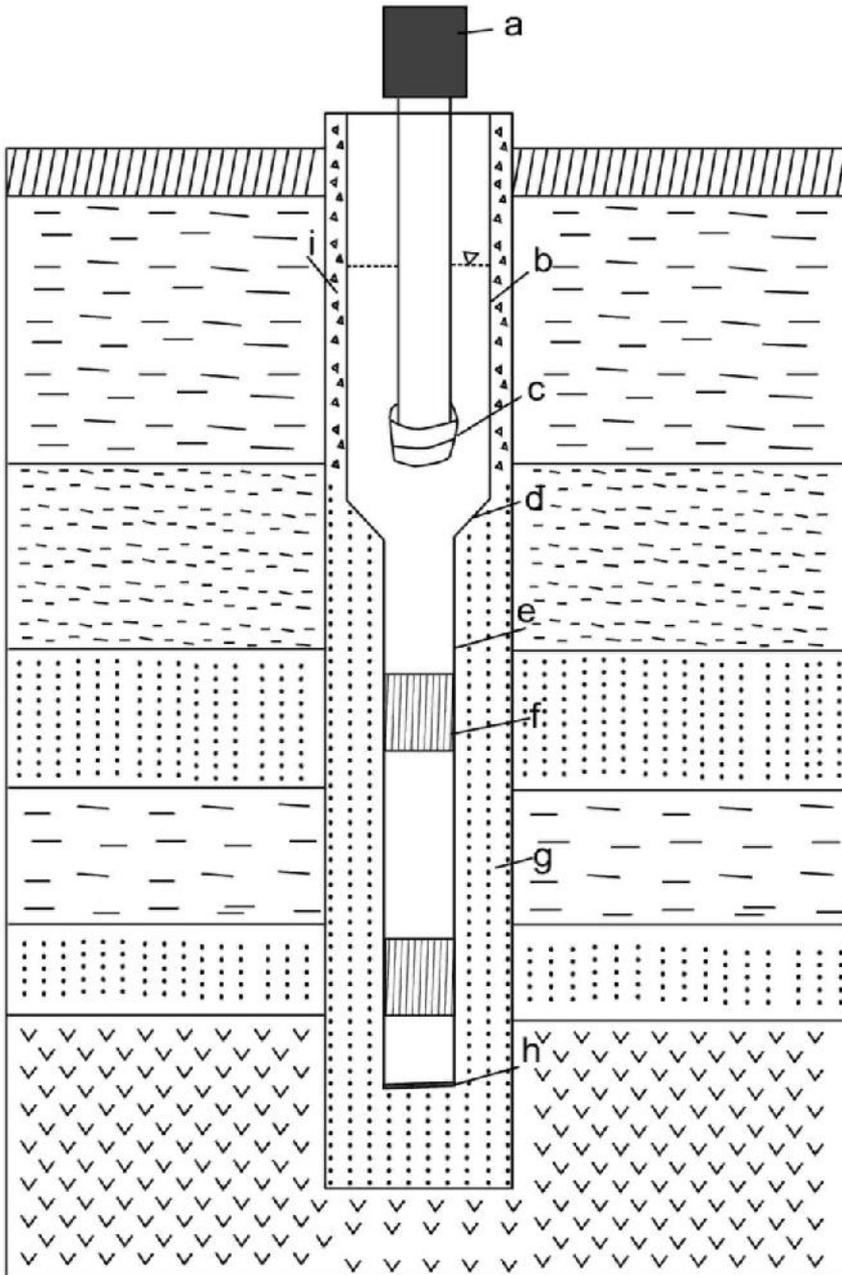
# Nilai resistivitas batuan



Contoh log geofisika pada batupasir mengandung air tawar yang dibatasi lapisan lempung/ kedap air.



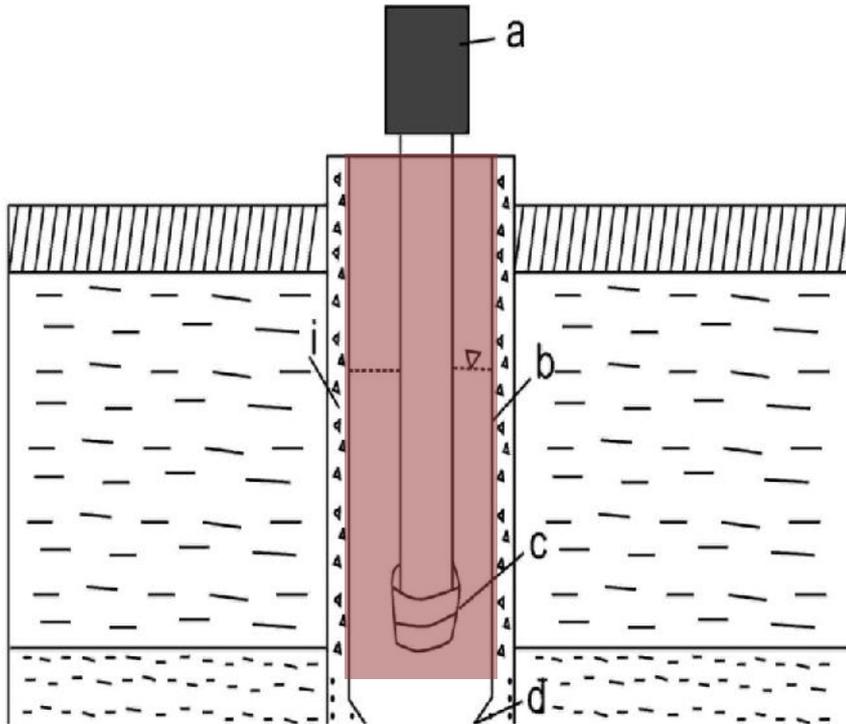
# Penampang dan komponen konstruksi sumur



## Keterangan :

- a. Pompa selam
- b. Pipa jambang
- c. Kepala pompa selam (bowl)
- d. Kerucut reduser
- e. Pipa buta
- f. Pipa saringan
- g. Kerikil pembalut
- h. Sumbat
- i. Pasangan beton (semen)

## (b) Pipa jambang



(c) Kepala pompa (*bowl*)  
3 – 5 meter di bawah *draw-down* maksimum.

Terletak pada bagian atas.

Diameter lebih besar dari pipa di bawahnya 2 inchi lebih besar dari diameter pompa selam.

Diameter pipa disesuaikan dengan besar debit pemompaan.

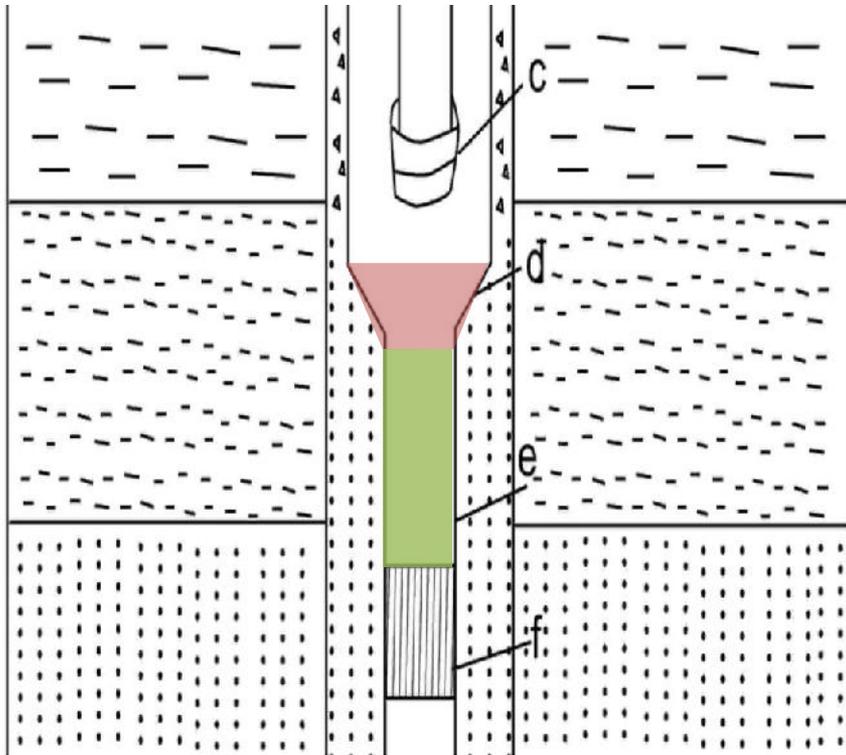
Panjang pipa tergantung kondisi geohidrologi, beberapa meter lebih dalam dari letak kepala pompa (*bowl*)/10 – 20 ft lebih panjang di bawah muka airtanah maks.

Penentuan ukuran pipa yang tepat dapat mengurangi kehilangan tenaga (*head loss*), sehingga pemompaannya dapat efisien.

Hubungan debit pemompaan dengan diameter pipa jambang (Walton, 1970)

Debit Pemompaan (l/dtk)	Diameter Pipa (inchi)
< 6,3	6
12,6	8
25,2	10
37,8	12
56,7	14
75,6	16
113,4	20

(d) Kerucut reduser berfungsi menghubungkan pipa jambang dengan pipa buta di bawahnya



(e) Pipa buta

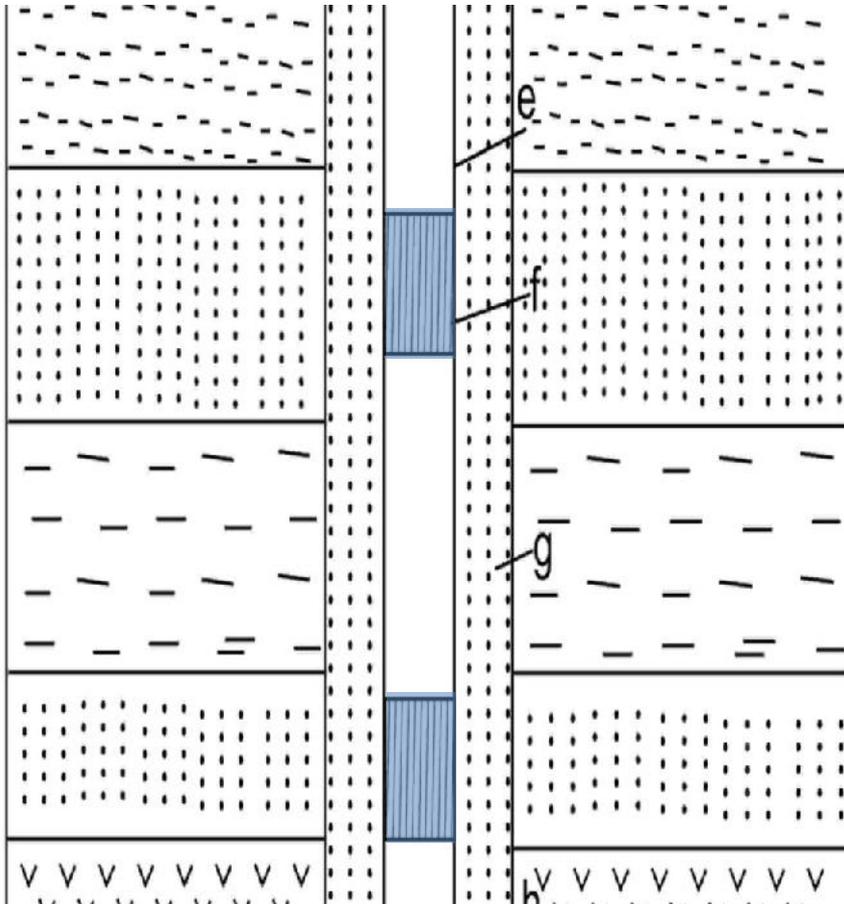
Dipasang di bawah pipa jambang dengan diameter lebih kecil.

Dipasang pada lapisan kedap air atau pada akui-fer dgn kualitas airtanah buruk.

Panjang pipa tergantung ketebalan lapisan yang tidak diinginkan.

Pemasangan pada akui-fer dgn kualitas airtanah buruk lebih panjang 0,5 meter guna mencegah kebocoran.

## (f) Pipa saringan



Pipa berlubang, berfungsi sebagai jalan masuknya airtanah kedalam sumur.

- Lebar & bentuk lubang ditentukan berdasarkan distribusi ukuran butir batuan penyusun akuifer.
- Panjang pipa menyesuaikan tebal & jenis akuifer.
- Bahan pipa menyesuaikan sifat kimia airtanah.
- Perlu mempertimbangkan biayanya.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam menentukan panjang saringan :

- luas lubang tiap satuan panjang saringan;
- karakter hidrolika akuifer;
- besar kapasitas pemompaan;
- umur sumur yang direncanakan; dan
- harga saringan.

Panjang saringan dapat ditentukan berdasarkan persamaan :

$$SL = \frac{Q}{A_o V_c} \quad (\text{Walton, 1970})$$

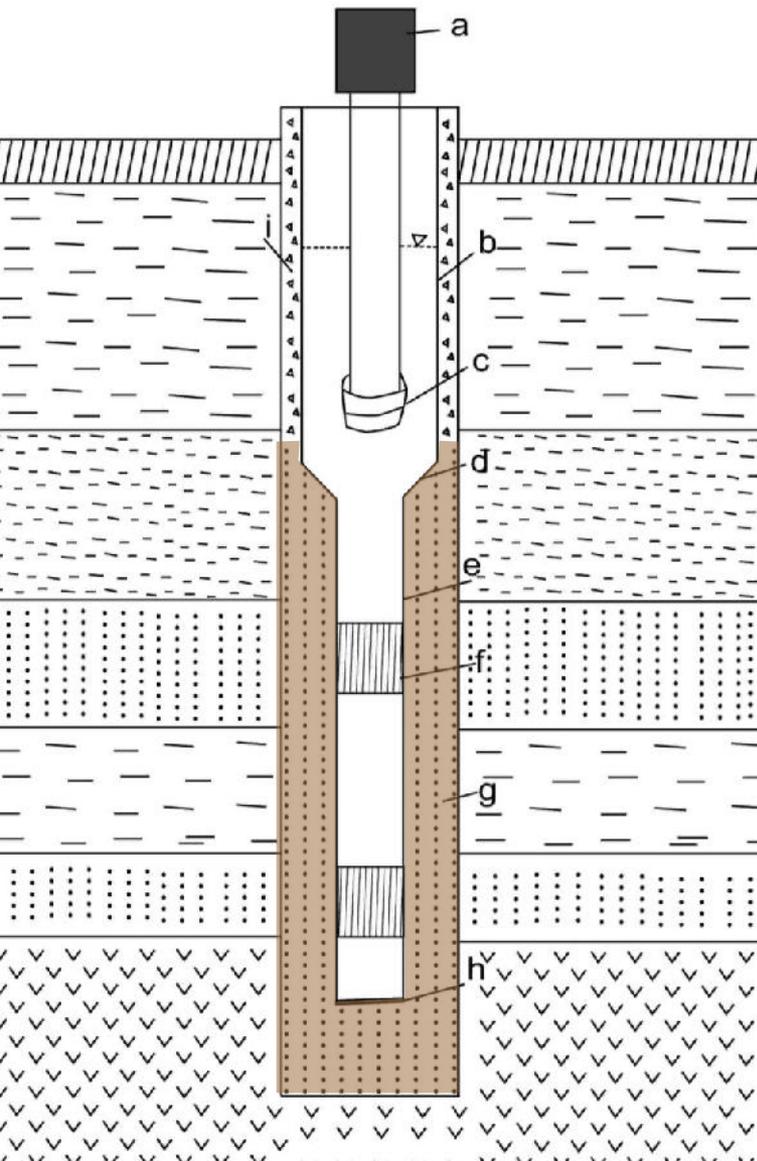
SL : panjang saringan, Q : debit pemompaan, A<sub>o</sub> : luas lubang efektif dari saringan tiap feet panjang (ft<sup>2</sup>), dan V<sub>c</sub> : kecepatan aliran optimum (fpm).

Jenis Akuifer	Saringan
Akuifer tertekan homogen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saringan ditempatkan pada bagian tengah akuifer ataupun berselang-seling dengan pipa buta.</li> <li>• Panjang saringan 70 % – 80 % dari ketebalan akuifer.</li> </ul>
Akuifer tertekan tidak homogen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saringan dipasang pada seluruh akuifer yang dikete-mukaan.</li> </ul>
Akuifer bebas homogen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penentuan panjang saringan dengan mempertim-bangkan kapasitas jenis &amp; <i>drawdown</i>.</li> <li>• Saringan akan optimal, bila dipasang pada bagian ba-wah akuifernya sepanjang sepertiga sampai setengah panjang akuifer.</li> </ul>
Akuifer bebas tidak homogen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saringan diletakkan paling bawah dari akuifer bebas (setengah bebas) untuk mendapatkan <i>drawdown</i> yang lebih dalam.</li> </ul>

## Hubungan diameter saringan dengan jenis kerikil pembalut

- Sumur dengan kerikil pembalut alam diameter saringan 2 – 4 inchi lebih kecil dari diameter lubang bor.
- Sumur dengan kerikil pembalut buatan diameter saringan 6 – 16 inchi dan mempertimbangkan jenis akuifer.

## (g) Kerikil pembalut

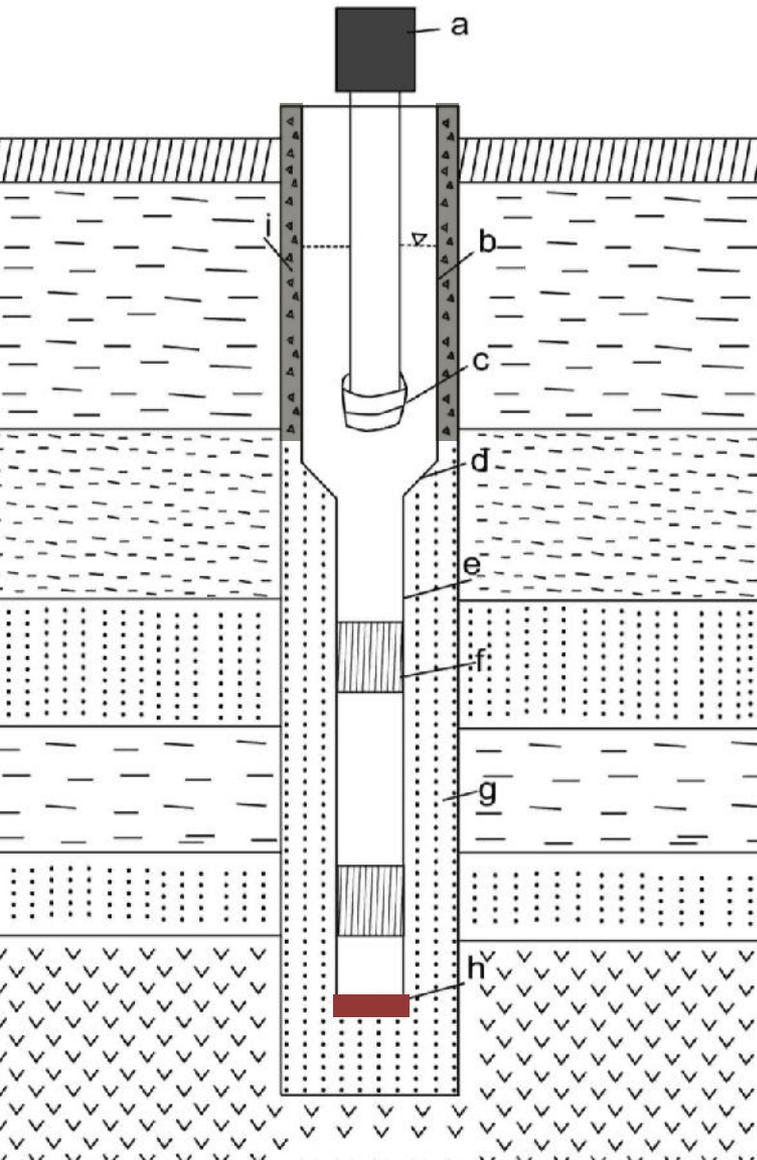


Penyaring agar material halus dalam lapisan batuan tidak masuk ke dalam sumur.

Pendukung konstruksi sumur.

- Tebal : 0,5 inchi merata; 6 – 7 inchi; dan 3 – 9 inchi (Johnson, 1975).
- Tersusun atas: kerikil bersih, ukuran seragam dan bentuk bulat.
- Jenis kerikil pembalut:
  - Kerikil pembalut alam/insitu) berasal dari material .
  - kerikil pembalut buatan dimasukkan melalui mulut sumur, bersifat seragam maupun gradasi.

## (h) Sumbat sumur



mencegah material yang tidak diinginkan masuk ke dalam sumur yang nantinya dapat mengganggu kinerja pompa.

- Dipasang pada ujung bawah rangkaian pipa konstruksi sumur.
- Dapat terbuat dari kayu, semen, atau bahan lain.

(i) Pasangan beton atau semen, berupa cor beton ataupun semen berfungsi sebagai pelindung pipa jambang dan sebagai pendukung konstruksi sumur.

TERIMAKASIH

No. sumur :  
 Koordinat :  
 Lokasi : Dsn Nglancing, Desa Watangrejo  
 Daerah : Kec. Pracimantaro, Kab. Wonogiri

Tahun Anggaran : 2015  
 Kontraktor : CV. Geokarya

