

PAIR/P. 854/96

PENENTUAN ARAH DAN KECEPATAN ALIRAN
AIR TANAH DANGGAL DI PPTA PASAR JUMAT
DENGAN TEKNIK SUMUR

SYAFANI*, DJIJONO*, HARYONO* ALIP*,
dan DARMAN*

771.

PENENTUAN ARAH DAN KECEPATAN ALIRAN AIR TANAH DANGKAL DI PPTA
PASAR JUMAT DENGAN TEKNIK SUMUR TUNGGAL

SYAFALNI*, DJIJONO*, HARYONO*, ALIP*, DAN DARMAN*

ABSTRACT

DETERMINATION OF DIRECTION AND VELOCITY OF SHALLOW GROUNDWATER FLOW AT PPTA PASAR JUMAT BY SINGLE WELL TECHNIQUES. Application of single well techniques for determination of directions and velocities shallow groundwater at PPTA Pasar Jumat were carried out by using Br-82 as radiotracer. From the experiments were obtained that the direction of flow in general was to the West and the velocity of flow varied from 0,094 to 1,365 m/day in which depended on the groundwater pumping in the surrounding location.

ABSTRAK

PENENTUAN ARAH DAN KECEPATAN ALIRAN AIR TANAH DANGKAL DI PPTA PASAR JUMAT DENGAN TEKNIK SUMUR TUNGGAL. Aplikasi teknik sumur tunggal untuk menentukan arah dan kecepatan aliran air tanah dangkal di PPTA Pasar Jumat telah dilakukan dengan menggunakan radioperunut Br-82. Dari percobaan didapatkan bahwa arah aliran air secara umum ke arah Barat dan kecepatan aliran bervariasi dari 0,094 sampai 1,365 m/hari yang dipengaruhi oleh pemompaan air di sekitar kawasan PPTA Pasar Jumat.

*Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi - BATAN

PENDAHULUAN

PPTA Pasar Jumat yang terletak di Kelurahan Lebak Bulus, Kecamatan Cilandak, Jakarta Selatan mempunyai fasilitas-fasilitas penelitian dan pendidikan dalam bidang tenaga nuklir. Dalam kawasan PPTA Ps. Jumat terdapat pusat-pusat penelitian dan pendidikan yaitu : Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Pusat Standarisasi dan Keselamatan Radiasi, Pusat Penelitian Bahan Galian Nuklir, dan Pusat Pendidikan dan Latihan Badan Tenaga Atom Nasional. Pusat-pusat penelitian dan PUSDIKLAT yang terdapat di kawasan PPTA Ps. Jumat mempunyai laboratorium-laboratorium dan fasilitas-fasilitas yang akan menghasilkan limbah, baik limbah kimia biasa maupun limbah radioaktif yang dipergunakan dalam penelitian-penelitian.

Air dalam media poros mengalir dari muka air lebih tinggi ke muka air lebih rendah yang di lapangan biasanya arah alirannya ditentukan dengan membuat peta untuk muka air tanah. Kecepatan alirannya didapatkan dengan menentukan konduktifitas hidrolika lapisannya dan peta muka air tanahnya.

Informasi tentang arah dan kecepatan aliran air tanah adalah parameter-parameter yang berguna dalam geohidrologi dan lingkungan yang dapat menurunkan sifat-sifat akuifer seperti porositas, konduktifitas hidrolika, transmissifitas, dispersifitas daerah penelitian.

Teknik sumur tunggal dengan metode pengenceran yang menggunakan perunut radioisotop dapat dipakai untuk menentukan arah dan kecepatan aliran air tanah. Teknik ini dilaksanakan dengan menyiapkan sumur bor yang dilengkapi dengan saringan pada

lapisan yang akan ditentukan.

Penelitian arah dan kecepatan aliran air tanah dangkal di kawasan PPTA Ps. Jumat ini dibutuhkan karena data ini pada saatnya sangat berguna untuk studi keselamatan lokasi/ kawasan PPTA Ps. Jumat dan lingkungannya untuk sebagai pertimbangan dalam analisis dampak untuk kawasan penelitian serta penanggulangannya bila terjadi kondisi yang tidak diinginkan.

TEORI

Pergerakan air tanah di alam melalui akuifer yang umumnya media poros, dapat diterangkan dengan apa yang dikenal dengan hukum Darcy. Dalam percobaan Darcy memperlihatkan kecepatan aliran adalah berbanding lurus dengan gradien hidrolika. Dan dengan memasukan konstanta K maka persamaannya akan menjadi sbb;^{1,2)}

$$v_f = K I = d(-Kh)/ds$$

v_f = kecepatan filtrasi

K = konduktivitas hidrolika

I = gradien hidrolika

dh = perbedaan tinggi tekanan air

ds = jarak

Debit aliran air tanah yang melewati penampang akuifer adalah perkalian kecepatan filtrasi dengan luas penampang^{1,2)}.

$$Q = v_f A = K I A$$

Q = debit aliran air tanah

A = penampang akuifer

Kecepatan filtrasi dapat dihubungkan dengan kecepatan aliran

sebenarnya atau kecepatan aliran air tanah aktual yang melewati media poros. Kecepatan aliran air tanah aktual didapatkan dengan membagi kecepatan filtrasi dengan porositas efektif akuifer.

$$v_a = v_f/n$$

v_a = kecepatan aliran air tanah aktual

n = porositas efektif

Aliran air tanah pada sumur yang garis alirannya terpisah oleh diameter dalam dan luar sumur mempunyai harga α berhubungan kecepatan pada sumur v_w melewati sumur yang berdiameter $2r_1$ terhadap kecepatan filtrasi v_f melalui lebar $2r_1$ dalam akuifer adalah ;

$$v_w = \alpha v_f$$

v_w = kecepatan melewati sumur

Pada konstruksi sumur tanpa kerikil nilai α merupakan fungsi konduktifitas hidrolika dari saringan dan akuifer yang persamaannya adalah sbb¹⁾;

$$\alpha = \frac{4 K_1}{K_1 [1 + (r_1/r_2)^2] + K [1 - (r_1/r_2)^2]}$$

yang mana

K_1 = konduktifitas hidrolika dari saringan

K = konduktifitas hidrolika

r_1 = jari-jari dalam sumur

r_2 = jari-jari luar sumur

Nilai α dapat ditentukan dengan menggunakan nilai K_1 untuk bermacam-macam saringan dan % bukaannya.

Penentuan kecepatan filtrasi dengan teknik pengenceran

perunut radioisotop adalah dengan menentukan konsentrasi perunut yang berbanding langsung dengan kecepatan filtrasi^{1,3,4});

$$v_f = \frac{r_l}{2At} \ln \frac{C_0}{C}$$

t = waktu

C₀ = konsentrasi pada saat t=0

C = konsentrasi pada saat t

Lamanya waktu pengukuran dalam percobaan dengan teknik sumur tunggal menggunakan metode pengenceran ini adalah $\ln C_0/C = 1$.

Penentuan arah aliran air tanah dengan perunut radioisotop dapat dilaksanakan dengan teknik "logging" pengenceran yang terdiri dari peralatan pencacahan dengan detektor NaI(Tl) yang dilengkapi dengan kolimator untuk menjuruskan pengukuran terhadap arah tertentu yang akan diukur. Perunut yang dipergunakan dalam penelitian dapat berupa perunut radioisotop yang dapat terserap oleh media yang dilewatinya atau yang tidak dapat terserap oleh media yang dilewatinya sebagai contoh Cr-51 dalam senyawa CrCl₃ ataupun Br-82 dalam senyawa KBr.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian. Penelitian dilaksanakan di kawasan PPTA Ps. Jumat dengan mempersiapkan 7 titik lubang bor (Gambar 1.) yang dibuat dengan kedalaman 20 meter dari permukaan tanah yang menggunakan pipa paralon dengan diameter 3 inchi dengan saringan ditempatkan pada kedalaman 16 sampai 18 meter. Pengecualian untuk

sumur S4 karena kesulitan teknis dibuat hanya dengan kedalaman 8 meter dengan saringan pada kedalaman 6 sampai 8 meter. Penempatan saringan dilaksanakan atau disesuaikan dengan lapisan formasi yang paling permeabel untuk lokasi yang masih dalam kriteria sumur tanah dangkal.

Arah aliran air tanah. Penentuan arah aliran air dilaksanakan dengan menginjeksikan perunut Br-82 (KBr) sebanyak 2 mCi untuk masing-masing sumur. Sesudah lebih 1 hari dilakukan pengukuran cacahan dengan menggunakan detektor sintilasi NaI(Tl) yang dilengkapi dengan kolimator (Gambar 2.). Pencacahan dilaksanakan untuk arah Utara, Selatan, Barat, Timur, Barat laut, Timur laut, Barat daya, dan tenggara. Arah aliran air tanah akan ditunjukkan oleh nilai cacahan yang terbesar.

Kecepatan aliran air tanah. Kecepatan aliran air tanah dilakukan dengan menginjeksikan perunut radioisotop Br-82 sebanyak 2 mCi kedalam sumur bor yang disiapkan. Dalam selang waktu tertentu yang disesuaikan dengan $\ln C_0/C = 1$ diukur konsentrasi/cacahannya dengan pencacah sintilasi NaI(Tl) (Gambar 3.). Apabila tidak menggunakan alat seperti pada Gambar 3. dapat dilaksanakan langsung tanpa pembatas untuk aliran dengan melakukan pengocokan / pencampuran untuk menjaga kehomogenan konsentrasi/aktifitas perunut yang dipergunakan dengan memperhitungkan volume yang tidak terpengaruh oleh aliran.

HASIL DAN DISKUSI

PPTA Ps. Jumat. Pemboran 7 titik lokasi di dalam lingkungan PPTA Ps. Jumat (Gambar 1.) untuk penelitian air tanah dangkal

dilaksanakan pada lapisan yang paling permeabel dengan kedalaman sampai 20 meter.

-Sumur S1, S2, dan S3 saringan dengan 25% bukaan dengan panjang 2 m ditempatkan pada lapisan pasir lempungan dengan warna coklat kehitaman pada kedalaman 16 sampai 18 meter dari permukaan tanah.

-Sumur S4 dengan kedalaman 8 meter, saringan ditempatkan pada lapisan lempung pasir dengan kedalaman 6 sampai 8 meter.

-Sumur S5, S6, dan S7 saringan ditempatkan pada kedalaman 16 sampai 18 meter pada lapisan lempung pasir.

Arah aliran air tanah. Pengukuran arah aliran air tanah dangkal di PPTA Ps. Jumat yang dilaksanakan dari tanggal 9-12-1994 sampai dengan 11-12-1994 dengan menggunakan perunut Br-82 dengan senyawa KBr didapatkan arah aliran secara umum ke arah Barat yang ditentukan dengan cacahan tertinggi dari masing-masing arah yang diukur dan dapat dilihat pada Tabel 1. dan Gambar 4.

Tabel 1. Arah aliran dan kecepatan aliran

No.	Kode	Kedalaman (m)	Arah aliran		Kecepatan filtrasi (m/hari)
			arah	sudut	
1.	S1	20	Barat	264 N.E.	0,524
2.	S2	20	Barat	240 N.E.	1,365
3.	S3	20	Barat	263 N.E.	0,094
4.	S4	8	B. Daya	224 N.E.	0,200
5.	S5	20	Barat	282 N.E.	0,212
6.	S6	20	Barat	254 N.E.	0,179
7.	S7	20	B. Daya	202 N.E.	0,365

Arah aliran yang menuju Barat adalah disebabkan terdapatnya sungai Pesanggrahan disebelah Barat kawasan PPTA Ps. Jumat dan

variasi yang terjadi ke arah Barat dan arah Barat Daya adalah disebabkan pengaruh pengambilan air disekitar PPTA Ps. Jumat. Dibandingkan dengan data penelitian air tanah secara regional untuk Jakarta sekitarnya memberikan arah yang berbeda karena secara umum arah aliran air tanah di Jakarta adalah dari Selatan ke Utara. Dan dengan demikian arah aliran air tanah sangat dipengaruhi oleh pengambilan air, dan sungai yang terdapat dilingkungan yang merupakan petunjuk arah pengaliran air tanah dangkal pada suatu lokasi.

Kecepatan aliran air tanah dangkal. Pengukuran kecepatan aliran air tanah dangkal dengan teknik sumur tunggal di PPTA Ps. Jumat dilaksanakan secara bersamaan dengan pengukuran arah aliran air tanah. Dari hasil pengukuran didapatkan kecepatan aliran air tanah seperti dip[erlihatkan pada Tabel 1. diatas. Dan ternyata bahwa kecepatan aliran yang didapatkan bervariasi dari 0,094 m/hari sampai 1,365 m/hari. Sedangkan ditinjau dari formasi lapisannya S1, S2, & S3 mempunyai lapisan yang sama pada lapisan pasir lempungan, yang mempunyai variasi dari 0,094 sampai 1,365 m/hari. Dan S4, S5, S6, & S7 mempunyai lap[isan yang juga hampir sama atau lapisan lempung pasiran yang mempunyai nilai dari 0,20 sampai 0,365 m/hari. Variasi ini adalah disebabkan juga oleh pengaruh pengambilan air tanah disekitar PPTA Ps. Jumat. Hasil ini merupakan hasil yang pantas bila dibandingkan dengan pengukuran konvensional yang menggunakan data perbedaan gradien hidrolika dan konduktifitas hidrolika (K) untuk lapisan pasir lempungan dan lempung pasiran adalah berkisar dari 0,009 m/hari sampai 86,40 m/hari⁵).

Pengukuran arah dan kecepatan aliran air tanah dangkal ini pada lapisan permeabel ini dilaksanakan agar evaluasi keselamatan suatu lokasi / kawasan dapat dilakukan dan bila terjadi kecelakaan data tersebut membantu penanggulangan pencemaran air tanah dangkal lokasi/kawasan.

Pengukuran arah dan kecepatan aliran air dengan sumur tunggal ini mempunyai nilai praktek yang jauh lebih sederhana dari teknik konvensional karena untuk mendapatkan data secara konvensional diperlukan pemboran, pengukuran muka air tanah, pemetaan lengkap lokasi sumur, dan tes pemompaan untuk mendapatkan data yang sama. Sedangkan untuk teknik sumur ganda cukup dengan menyiapkan, sumur bor, perunut radioisotop dan peralatan pengukurannya.

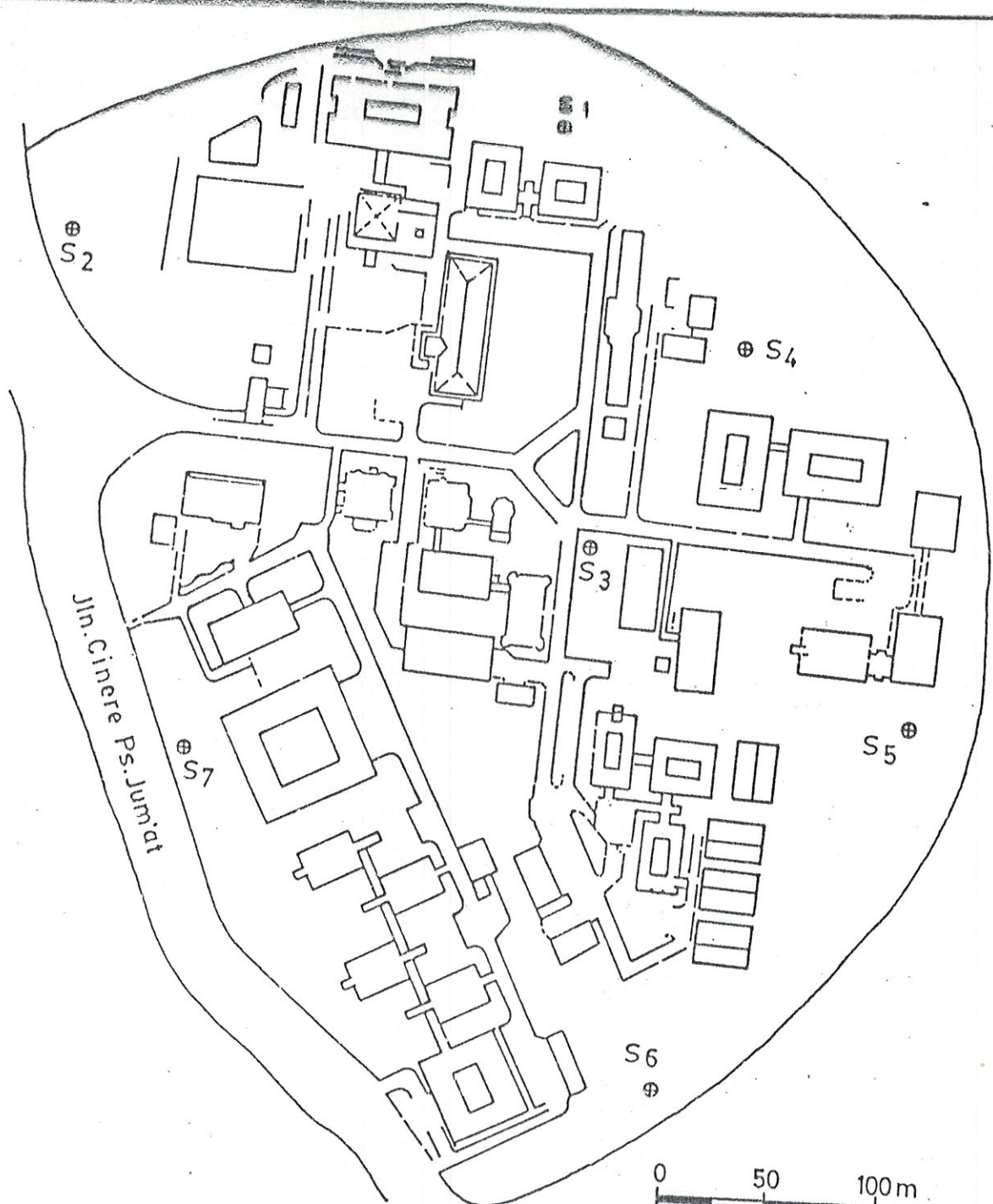
KESIMPULAN

Dari Penelitian arah dan kecepatan aliran air tanah dangkal di PPTA Ps. Jumat dapat disimpulkan sbb;

1. Arah aliran air tanah di PPTA Ps. Jumat untuk S1, S2, S3, S5, dan S6 adalah ke arah Barat dan untuk S4, dan S7 ke arah Barat Daya yang secara umum adalah ke arah Barat.
2. Kecepatan aliran air tanah dangkal adalah bervariasi dari 0,094 sampai 1,365 m/hari.
3. Variasi arah dan kecepatan adalah disebabkan pengaruh pemompaan air tanah di sekitar PPTA Ps. Jumat dan terdapatnya aliran sungai Pesanggrahan di sebelah Barat lokasi.
4. Teknik Sumur tunggal dalam aplikasinya jauh lebih sederhana metodenya dibandingkan dengan metode konvensional yang membutuhkan banyak data dan pelaksanaan pekerjaan.

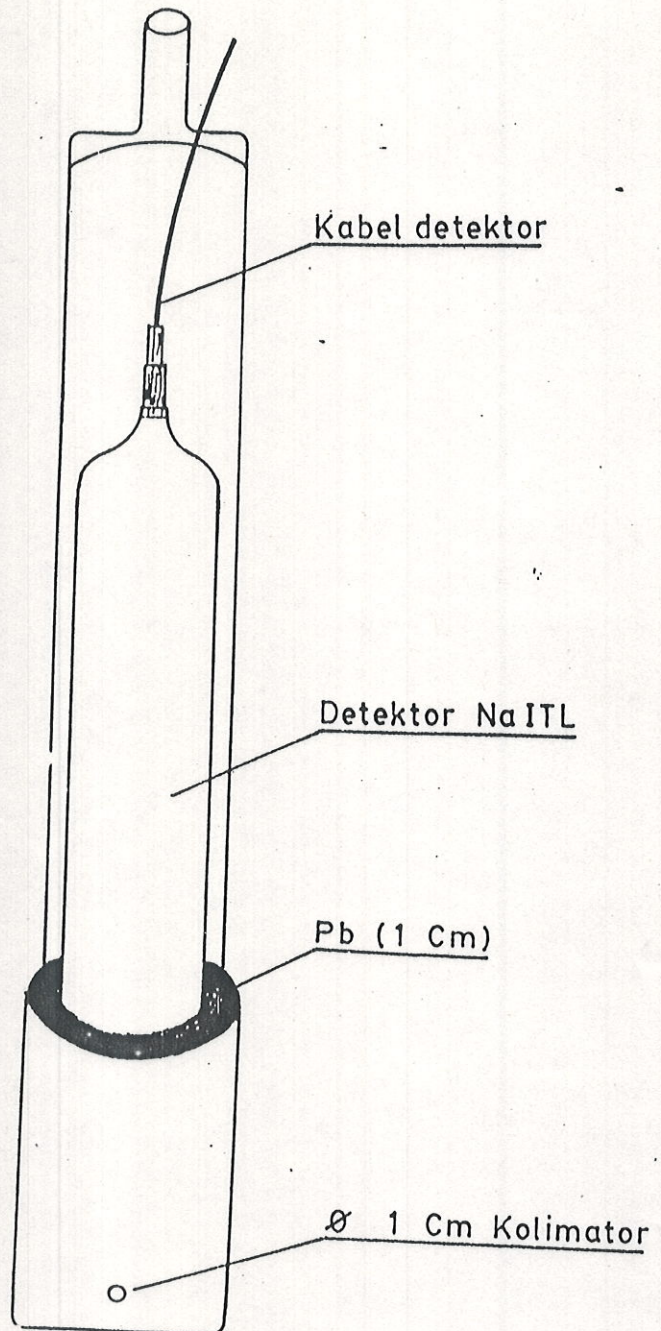
~~DAVID KEITH TODD~~

1. IAEA, Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology (Technical Report Series No.91), IAEA, Vienna (1983)
2. DAVID KEITH TODD, "Groundwater hydrology", 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, 1980
3. W. DROST, F. NEUMAIER, "Application of single borehole methods in groundwater research", Isotope Techniques in Groundwater Hydrology 1974, Proceeding of a Symposium, 11-15 March 1974, Vol II, Vienna, IAEA (1974)241
4. IAEA, "Use of artificial tracers in Hydrology"(IAEA-TECDOC 601), Proceeding of an Advisory Group Meeting, 19-22 March 1990, Vienna(1991)
5. R. ALLAN FREEZE, JOHN A. CHERRY, "Groundwater", Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1979

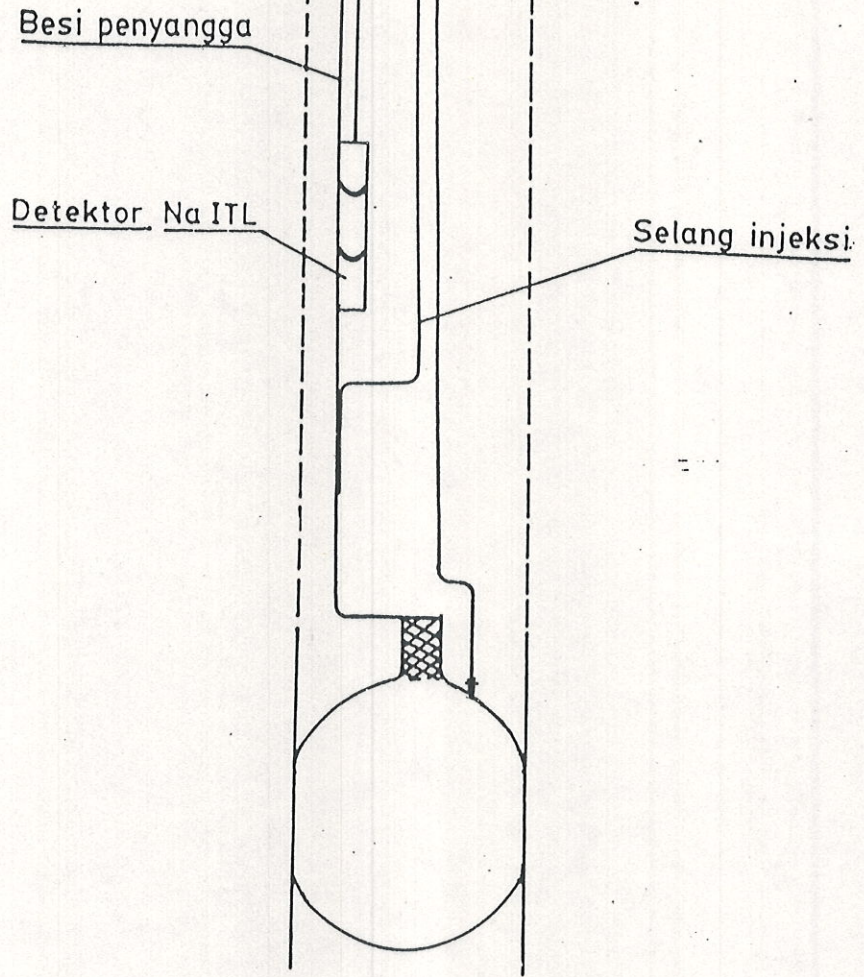


Gambar 1. Lokasi sumur penelitian air tanah dangkal di PPTA Pasar Jumat

PETA LOKASI
 SUMUR PENELITIAN PPTA PS. JUMAT
 Digambar : Darman

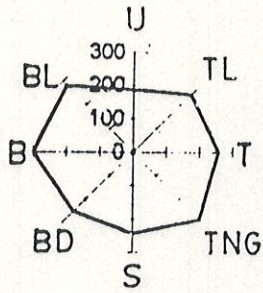


Gambar 2. ALAT PENENTUAN ARAH
ALIRAN AIR TANAH

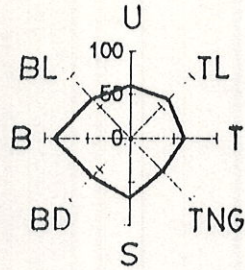


Gambar 3. ALAT PENENTUAN KECEPATAN ALIRAN AIR TANAH

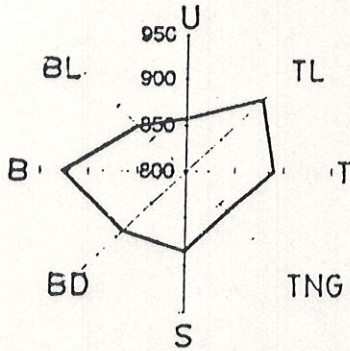
S₁



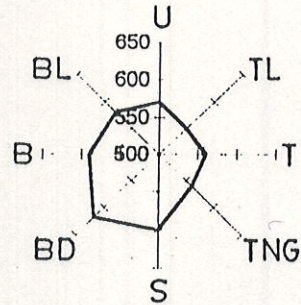
S₂



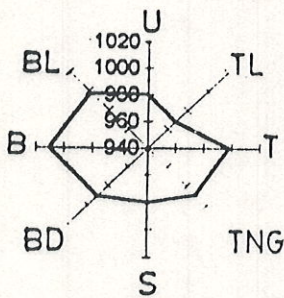
S₃



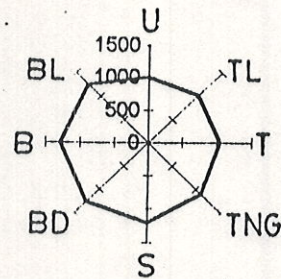
S₄



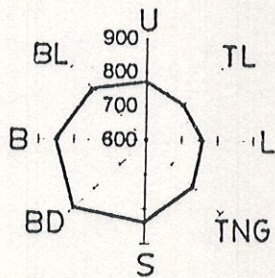
S₅



S₆



S₇



Keterangan

- U : Utara
- TL : Timur laut
- T : Timur
- TNG : Tenggara
- S : Selatan
- BD : Barat daya
- B : Barat
- BL : Barat laut

Gambar 4. Grafik pengukuran arah aliran air tanah dangkal di PPTA Pasar Jumat