



**Bulletin of Scientific Contribution  
GEOLOGY**

**Fakultas Teknik Geologi  
UNIVERSITAS PADJADJARAN**

homepage: <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc>  
p-ISSN: 1693-4873; e-ISSN: 2541-514X



Volume 18, No.1  
April 2020

**KENDALI GEOLOGI TERHADAP POLA ALIRAN AIRTANAH BEBAS DAN TERKEKANG  
DALAM EVALUASI POTENSI AKIFER, STUDI KASUS DAERAH PANDAAN DAN  
SEKITARNYA, KABUPATEN PASURUAN, JAWA TIMUR**

**Teuku Reza<sup>1</sup>, Boy Yoseph Cahya Sunan Sakti Syah Alam<sup>1</sup>, Hendarmawan<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Program Magister Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

<sup>2</sup>Sekolah Pascasarjana, Universitas Padjadjaran

Email korespondensi: [tkreza@gmail.com](mailto:tkreza@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Geological control has been examined on the pattern of groundwater flow from free and confined aquifer in the evaluation of aquifer potency in case study in the Pandaan and surrounding areas, Pasuruan Regency, East Java. Groundwater elevation (MAT) measurement data of dug wells, borehole pumping tests, 1D geoelectricity, and wellbore log results indicate that groundwater flow patterns from free and confined aquifers have the same flow direction from southwest to northeast indicating that the distribution hydrogeological units of both aquifers are relatively homogeneous. The depths of the free aquifer from 1 to 6 meters with sand and tuffaceous sand lithology. Confined aquifer from a depth of 40 meters with a thickness between 20 to 70 meters. The aquifer unit is a tuff breccias rock from the Mt. Arjuna Welirang and Tuf Rabano Formation, aquiclude units in the form of andesite lava from Mt. Arjuna Welirang. Potential confined aquifer evaluated from pumping test has a transmissivity value between 54 - 315 m<sup>2</sup> / day. Hydraulic conductivity (k) values are between 1.46 - 12.4 m / day.*

**Keywords:** Hydrogeological unit, transmissivity, hydraulic conductivity, aquifer, aquiclude

**ABSTRAK**

Telah dikaji kendali geologi terhadap pola aliran airtanah bebas dan terkekang dalam evaluasi potensi akifer pada studi kasus di daerah Pandaan dan sekitarnya, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Data-data pengukuran elevasi muka airtanah (MAT) sumur gali, uji pemompaan sumur bor, geolistrik 1D serta log sumur bor menghasilkan antara lain bahwa pola aliran airtanah dari akifer bebas dan terkekang memiliki arah aliran yang sama dari barat daya ke timur laut mengindikasikan bahwa distribusi hidrogeologi unit dari akifer bebas dan terkekang relatif homogen. Kedalaman muka airtanah akifer bebas mulai 1 sampai 6 meter dengan litologi tuf pasir dan kerikil. Akifer terkekang mulai dari kedalaman 40 meter dengan tebal antara 20 sampai 70 meter. Unit akifer adalah batuan breksi tuf dari Formasi Gn. Arjuna Welirang dan Formasi Tuf Rabano, unit akiklud berupa sisipan lava andesit dari Formasi Gn. Arjuna Welirang. Potensi akifer terkekang yang dievaluasi uji pemompaan memiliki nilai transmisivitas antara 54 - 315 m<sup>2</sup>/hari. Nilai konduktivitas hidrolik (k) antara 1.46 - 12.4 m/hari.

**Kata Kunci:** Unit hidrogeologi, transmisivitas, konduktivitas hidrolik, akifer, akiklud

**PENDAHULUAN**

Airtanah merupakan air baku utama yang dimanfaatkan oleh sekitar 116,000 jiwa di Kecamatan Pandaan, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Pengguna airtanah dari sektor industri dapat diketahui dari jumlah data ijin pemanfaatan airtanah. Dinas Energi dan Sumberdaya Mineral (ESDM) Jawa Timur tahun 2012, telah menerbitkan 646 Rekomendasi Teknis untuk Surat Ijin Pemanfaatan Airtanah (SIPA) dari 38 kabupaten/kota, 43% ijin SIPA berasal dari

industri-industri yang ada di Kabupaten Pasuruan. Data Badan Pusat Statistik Kabupaten Pasuruan (BPS,2017) menyebutkan; 75 industri besar, 119 industri kecil dan 369 industri rumah tangga tersebar di 18 desa Kecamatan Pandaan. Sumber airtanah di Kabupaten Pasuruan, tidak terlepas oleh daerah resapan atau imbuhan air hujan dari Gunung Arjuno-Welirang dan Bromo-Tengger (Kusumayudha, dkk.,2013; Solichin,2015; Kusumawati dan Rengganis,2015; Toulrier,2019) sebagai

bagian siklus ketersediaan airtanah. Curah hujan tahunan di Kabupaten Pasuruan antara 1,100-2,200 mm. Periode hujan yaitu pada November-April dan musim kering dari Mei sampai Oktober (BMKG,2018). Selain faktor daerah resapan dan curah hujan, faktor geologi berperan besar dalam menentukan potensi akifer atau produktivitas airtanah.

Tulisan ini bertujuan menjelaskan kendali geologi terhadap pola aliran airtanah bebas bebas dan terkekang sebagai bagian dalam evaluasi potensi akifer di daerah Pandaan dan sekitarnya. Potensi akifer berupa nilai transmissivitas sebagai parameter tingkat produktivitas airtanah berdasar pada hasil analisis uji pemompaan sumur-sumur bor dalam. Konseptual geometri akifer dibuat menggunakan data-data reinterpretasi geolistrik 1D serta korelasi log bor. Tujuan umum dari tulisan ini sebagai bahan referensi bagi masyarakat terkait geologi dan hidrogeologi khususnya hidrolika airtanah di lokasi penelitian.

#### LOKASI STUDI

Pandaan merupakan wilayah Kecamatan yang terletak di kaki Gunung Arjuno - Welirang, 30 km sebelah barat daya ibukota Kabupaten Pasuruan, 50 km sebelah selatan Kota Surabaya. Secara administratif berbatasan dengan Kecamatan Rembang, Kecamatan Gempol, Kecamatan Beji, Kecamatan Sukorejo, sebagian kecil berada di kecamatan Bangil, terbentang pada 7°30'-8°30' Lintang Selatan dan 112°30' Bujur Timur. Luas wilayah Kecamatan Pandaan adalah seluas 4.327 Ha dengan ketinggian 300 m di atas permukaan laut dan suhu rata-rata 27°C.

#### METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode observasi lapangan untuk melihat singkapan batuan di lokasi mata air, pengukuran data geolistrik 1D/VES, pengujian objek akifer, pengolahan data (primer dan sekunder) secara analitik dan numerik, dan interpretasi hasil pengolahan data. Penampang resistivitas 2D dibuat secara kualitatif dari data geolistrik 1D/VES dengan menambahkan informasi log bor sumur dalam yang ada di lokasi studi. Selanjutnya penampang tersebut disatukan agar menghasilkan profil resistivitas bawah permukaan di Pandaan berupa diagram pagar dengan menggunakan program *SketchUp* trial version.

Uji pemompaan bertujuan untuk mengetahui potensi akifer terutama menghitung parameter transmissivitas, konduktivitas hidrolik dan storativitas akifer. Tetapi storativitas hanya dapat dihitung jika ada sumur pengamat (*piezometer*). Umumnya, data-data uji pemompaan yang ada tidak

memakai sumur pengamat disebabkan faktor biaya untuk membuat sumur tersebut. Sumur uji pemompaan pada penelitian ini adalah sumur tunggal (*single well test*). Analisis uji pemompaan memakai fungsi *Jacob Straight Line* (Jacob,1950) dalam (Kruseman dan de Ridder,1998). Parameter yang dihasilkan antara lain, transmissivitas (T) dan konduktivitas hidrolik akifer (k). Transmissivitas, **T** adalah kecepatan aliran airtanah per satuan ketebalan akifer per satuan gradien hidrolik, sedangkan **k** adalah ukuran kemampuan akifer (sesuai porositas) untuk meluluskan fluida. Nilai T dan k secara empiris diperoleh dari persamaan:

$$T = \frac{2.3 Q}{4\pi \Delta S} = 0.18 \frac{Q}{\Delta S} \dots (3)$$

$$T = k \times b \dots (4)$$

Keterangan: T= transmissivitas (m<sup>2</sup>/hari), b= tebal akifer (panjang saringan sumur bor (m), k= konduktivitas hidrolik (m/hari), ΔS= surut MAT (m), Q=debit pemompaan (l/s)

#### GEOLOGI DAN HIDROGEOLOGI

Publikasi hidrogeologi daerah Pandaan, Kabupaten Pasuruan diperoleh dalam jumlah terbatas. (Bahagiarti dkk.,2018) membahas program konservasi airtanah di bagian timur laut Gunung Arjuna-Welirang namun tidak menedil pada karakteristik akifer seperti transmissivitas dan konduktivitas hidrolik. (Santoso,2011) menentukan lokasi sumur pemboran berdasarkan distribusi vertikal nilai tahanan jenis 1D di Kecamatan Sukorejo, yang merupakan batas administratif Kecamatan Pandaan. (Bahri dkk.,2017) melakukan pemodelan akifer 3D dari survey geolistrik ERT di Kecamatan Pandaan terutama di lokasi mata air Desa Plintahan dan Duren Sewu. (Putra,2013) membahas geometri akifer di DAS Rejoso, lereng utara Gunung Bromo. (Toulier dkk.,2019) membahas karakteristik akifer dan garis meteorik lokal lereng utara Gunung Bromo-Tengger melalui multidisiplin studi. Referensi peta geologi kawasan Gempol-Purwodadi disampaikan oleh (Santosa, dkk.,1992) dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Bandung.

#### Geologi

Geologi daerah penelitian termasuk ke dalam produk vulkanisme berumur Kuartar (Santosa & Suwarti, 1992) terdiri dari Aluvium (Qa), Tuf Rabano (Qvtr), Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang (Qvaw), Batuan Gunungapi Kuartar Tengah G. Ringgit (Qpr), Formasi Jombang (Qpj) dan Formasi Kabuh (Qpk). Aluvium (Qa) merupakan material lepas hasil proses sedimentasi tersusun oleh material kerakal, kerikil, pasir, lempung dan lumpur. Tuf Rabano (Qvtr), terdiri dari tuf

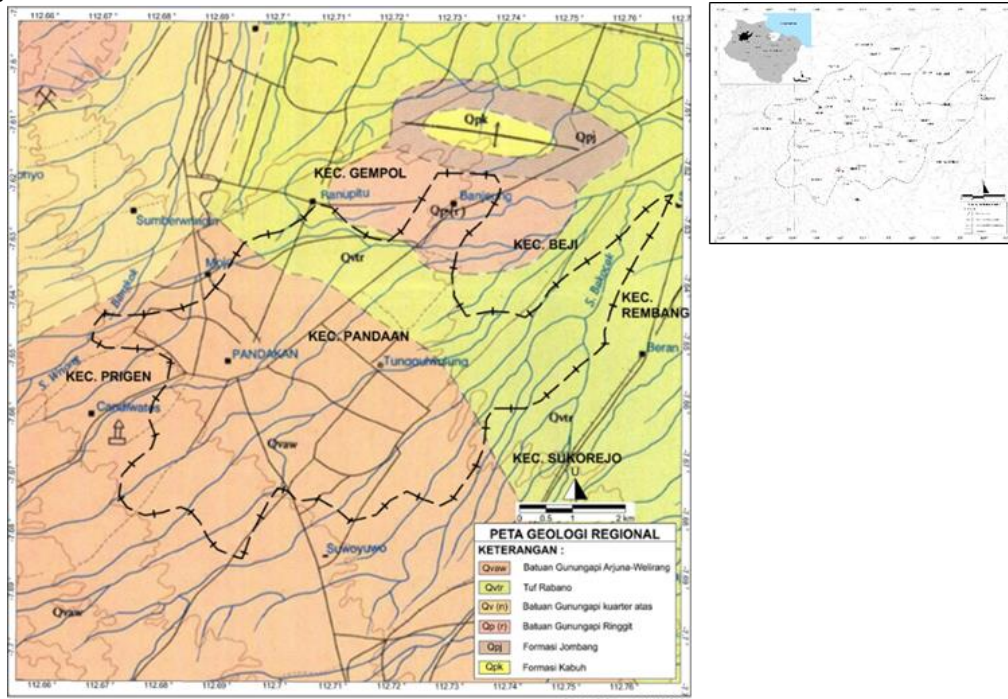
pasiran, tuf batupung, breksi tufan dan tuf halus. Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang (Qvaw), terdiri dari breksi gunungapi, lava, breksi tufan dan tuf. Batuan Gunungapi Kuartar Tengah G. Ringgit (Qpr) yang tersusun oleh breksi gunung api, tuf, lava, aglomerat dan lahar. Formasi Jombang (Qpj) terdiri dari breksi, batupasir tufan, batulempung tufan, lempung, batugamping dan tuf.

**Hidrogeologi**

Berdasarkan data log bor dan hidrogeologi baik permukaan maupun bawah permukaan yang didapatkan dari pengumpulan data sekunder dan primer, unit hidrogeologi (sistem akifer) di daerah penelitian dibagi menjadi:

1. Akifer 1 (Akifer bebas), kedalaman kurang dari 10 m dari permukaan tanah. Akifer ini tersusun atas litologi pasir tufan, pasir halus.
2. Akifer 2 (Akifer semi terkekang), terletak pada kedalaman 10 m - 30 m dari permukaan tanah, tersusun atas litologi pasir tufan dan pasir sedang.
3. Akifer 3 (Akifer terkekang) terletak pada kedalaman >30 m dari permukaan tanah. Penyebarannya luas, tersusun atas pasir kasar-medium sampai pasir kerikilan.

Lapisan penyekat (*impermeable*) berupa lempung dan lava. Mengacu pada konsep fasies vulkanik (Boogie dan McKenzie,1998), daerah studi berada di perbatasan akhir zona proximal ke medial.



Gambar 1. Peta geologi daerah Pandan dan sekitarnya (Santosa,dkk.,1992), garis putus-putus merupakan batas administratif Kecamatan Pandan

Umur	Unit stratigrafi	Komposisi litologi	Sistem hidrogeologi	Ketebalan
Kuartar	Satuan Tuf dan lempung	Alluvium Pasir dan lempung	Akifer bebas	0-10 m
	Satuan Breksi Vulkanik	Batupasir tufan	Akifer ruang antar butir	0-5 m
		Sisipan lempung & lava Batupasir lempungan		40-70 m
Lava	Andesit	Akifer rekahan	10-15 m	

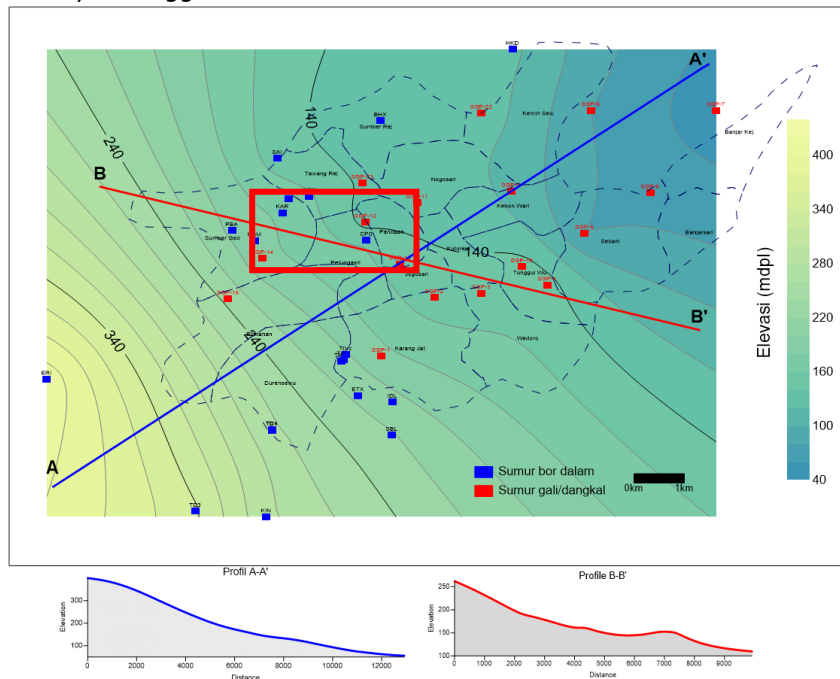
Gambar 2. Hidrogeologi unit di lokasi penelitian berdasarkan log bor dan observasi lapangan

### DISKUSI

#### Karakteristik sumur dangkal dan dalam

Karakteristik sumur berupa informasi umum mengenai elevasi, litologi dan konstruksi sumur. Sumur gali di lokasi penelitian berada pada elevasi 49 sampai 235 meter di atas permukaan laut (mdpl). Litologi sumur gali didominasi oleh tuf pasiran dan kerikil dan rata-rata muka airtanah (MAT) adalah 2 meter di bawah permukaan tanah. Konstruksi sumur gali umumnya menggunakan batu bata

pada dinding sumur. Sedangkan pada sumur-sumur dalam berada pada elevasi 120 sampai 413 mdpl, dengan kedalaman antara 80 – 156 meter, panjang saringan antara 18 – 50 meter dan posisi saringan atas dipasang pada kedalaman 40 meter bawah permukaan tanah. Litologi akifer merupakan bagian dari satuan breksi vulkanik. Material konstruksi sumur umumnya adalah *stainless steel* dan pipa galvanis.



Gambar 3. Lokasi sumur gali/dangkal dan dalam serta profil topografi lokasi studi

#### Uji pemompaan

Jumlah sampel uji pemompaan sumur bor dalam sebanyak 20 unit dan tersebar pada Formasi Gn. Arjuna Welirang, Formasi Tuf Rabano dan Formasi Gn. Ringgit (Kuartar Tengah). Populasi sebaran data sumur gali dan sumur bor dalam berdasarkan elevasi berada antara 120 – 413 meter. Kedalaman sumur bor dan panjang saringan rata-rata adalah 100 meter dan 31 meter. Tujuan dari uji pemompaan pada penelitian ini secara

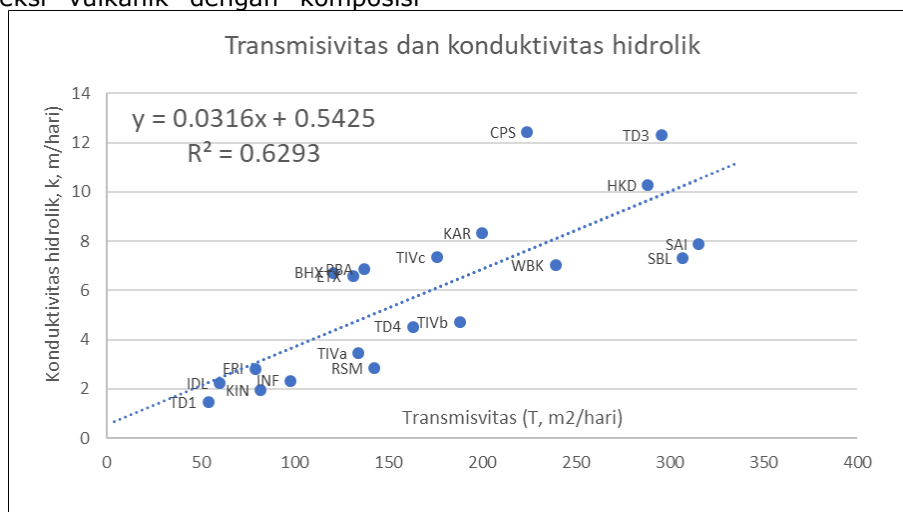
husus untuk menghitung parameter akifer utama yaitu transmisivitas dan konduktivitas hidrolik. Re-analisis data uji pemompaan secara analitik menggunakan MS. Excel dan OUAIP ver. 1.9.3 untuk membanding nilai T dan k secara numerik. OUAIP berlisensi *opensource/freeware*, diunduh dari laman web Badan Geologi Prancis (BRGM) dengan alamat <http://ouaip.brgm.fr/>. Hasil rekap perhitungan T dan K disarikan dalam tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Rekap data analisis uji pemompaan

No	ID/Code	UTM X	UTM Y	Elevasi mdpl (m)	Kedalaman sumur (m)	Elevasi kedalaman (m)	MAT (mbgl)	Elevasi MAT (mdpl)	MAT pemompaan (m)	Elevasi MAT pemompaan (mas)	s (m)	Metode Cooper Jacob		Panjang saringan (m)	k (m/hari)	Posisi saringan (m)
												T (m2/sec)	T (m2/hari)			
1	PBA	685562	9153998	195	82	113	10	185	27	168	17	1.59E-03	137	20	6.85	44-52; 55-61; 67-70; 77-80
2	CPS	687713	9153827	158	156	2	10	148	22	136	12	2.59E-03	224	18	12.43	114-120; 132-144
3	KIN	686112	9148875	285	125	160	48	237	57.7	227.3	9.7	7.15E-04	82	42	1.95	52-46; 60-68; 76-84; 92-96; 100-108; 112-120
4	BHX	687939	9155965	121	80	41	0.96	120.04	27.71	93.29	26.75	1.40E-03	121	18	6.72	40-46; 52-58; 64-70
5	ETX	687580	9151046	216	150	66	20.76	195.24	23.19	192.81	2.43	1.52E-03	131	20	6.57	72-80; 84-90; 92-98
6	SBL	688116	9150334	222	130	92	17.22	204.78	23.12	198.88	5.9	1.21E-03	307	42	7.31	62-70; 74-82; 86-90; 94-98; 110-114; 118-132
7	WBK	686795	9154611	163	100	63	8.7	154.3	14.69	148.31	5.99	2.77E-03	239	34	7.03	56-90
8	SAI	686289	9155291	150	90	60	9	141	10.98	139.02	1.98	3.65E-03	315	40	7.88	50-90
9	KAR	686373	9154317	177	100	77	26	151	27.42	149.58	1.42	2.31E-03	200	24	8.33	76-100
10	RSM	685927	9153815	190	100	90	12	178	15.8	174.2	3.8	1.65E-03	143	50	2.85	40-52; 56-74; 78-98
11	TIVa	687309	9151654	208	100	108	4.1	203.9	25.2	182.8	21.1	1.55E-03	134	39	3.44	61-100
12	TIVb	687347	9151688	207	100	107	3.2	203.8	21	186	17.8	2.18E-03	188	40	4.70	60-100
13	TIVc	687382	9151775	201	81	120	0	201	15	186	15	2.04E-03	176	24	7.33	53-59; 62-80
14	INF	686471	9154571	170	100	70	21.38	148.62	24.94	145.06	3.56	1.13E-03	98	42	2.33	54-96
15	TD1	686203	9150421	266	151	115	57.8	208.2	82.33	183.67	24.53	6.25E-04	54	37	1.46	102-139
16	TD3	684980	9148976	343	110	233	44.3	298.7	55.4	287.6	11.1	3.42E-03	296	24	12.31	71-95
17	TD4	686201	9150435	264	115	149	4.9	259.1	8.15	255.85	3.25	1.89E-03	163	36	4.53	56-92
18	HKD	690050	9157242	124	100	24	26	98	43.4	80.6	17.4	3.33E-03	288	28	10.29	60-72; 80-96
19	ERI	682602	9151337	413	100	313	72.5	340.5	75.8	337.2	3.3	9.14E-04	79	28	2.82	60-72; 80-96
20	IDL	688129	9150928	220	150	70	12.4	207.6	35.4	184.6	23	6.94E-04	60	27	2.22	72-78; 93-99; 108-117; 138-147
	MIN			121	80	2	0	98	8.15	80.6	1.42	6.25E-04	54.0	18.0	1.5	
	MAX			413.0	156.0	313.0	72.5	340.5	82.3	337.2	26.8	3.65E-03	315.4	50.0	12.4	
	AVERAGE			214.7	111.0	103.7	20.5	194.2	31.8	182.8	11.4	1.86E-03	171.7	31.7	6.0	
	STD.DEV			71.7	24.4	70.8	20.2	58.4	20.8	60.3	8.4	9.20E-04	83.4	9.7	3.3	

Nilai T secara kualitatif menunjukkan potensi suatu akifer. Dari hasil pengolahan data nilai T terendah 54 m/hari (6.25E-4 m<sup>2</sup>/det) dan tertinggi 315 m/hari (3.65E-3 m<sup>2</sup>/det). Regresi linear sederhana antara T dan k menunjukkan hubungan yang relatif kuat sedangkan relasi antara T dan panjang saringan (b) hubungannya sangat lemah. Faktor litologi akifer menentukan nilai tranmisivitas, di lokasi penelitian akifer pada satuan breksi vulkanik dengan komposisi

pasir tufan tersebar secara merata di bagian tengah Kecamatan Pandaan dan menjadi akifer target penempatan saringan pada konstruksi sumur bor. Pada satuan batuan lava, terdapat empat sumur dengan kode KIN, ERI, TD1 dan TD4, saringan dipasang pada sistem rekahan lava dengan panjang saringan 42, 28, 37 dan 35 meter tetapi nilai T dan k lebih rendah daripada akifer dari satuan breksi vulkanik (*inter granular type*).



Gambar 4. Grafiik hubungan antara T terhadap konduktivitas hidrolik dan panjang saringan

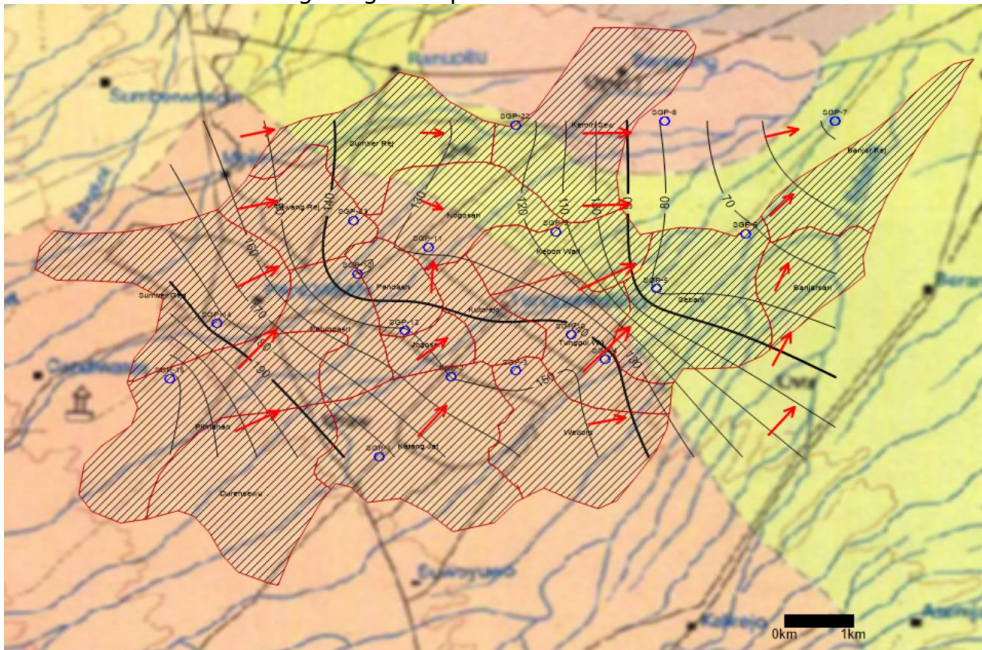
**Arah aliran airtanah sumur dangkal dan dalam**

Kedalaman muka airtanah (MAT) sumur dangkal antara 1 sampai 3 meter dan mengikuti elevasi topografi. Arah aliran airtanah dari barat daya ke timur laut Kecamatan Pandaan. Elevasi MAT tertinggi 230 mdpl berada di Desa Duren Sewu, Plintan mengarah ke desa Kemiri Sewu, Seban dan Banjarsari, 50 mdpl di barat daya.

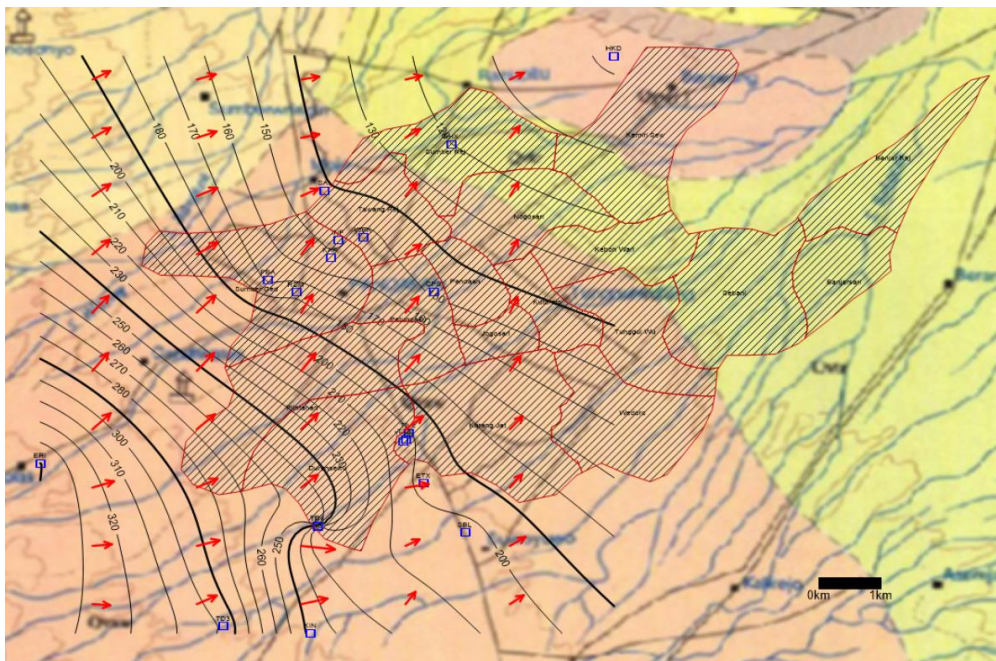
Litologi akifer berupa perselingan tuf pasir dan kerikil. Pada sumur bor dalam, akifer atas (*top screen*) mulai dari 40 mbgl, dengan ketebalan saringan 18 sampai 50 m. Muka airtanah statis antara 0 sampai 72 mbgl dengan surut muka air (*drawdown*) 2 sampai 26 meter. Litologi akifer pada sumur bor dalam terdiri atas tuf pasir atau breksi tufan dan lava vesikuler. Korelasi resistivitas dari data geolistrik 1D diikat dengan log bor

pada beberapa sumur dalam sebagai konfirmasi kecocokan nilai resistivitas dengan informasi cutting hasil pemboran. Arah aliran muka airtanah statis sumur bor dalam dari barat daya menuju timur laut, atau dari elevasi 330 mdpl (kode sumur bor: ERI) di Desa Gambiran, Prigen ke elevasi 100 mdpl (Kode sumur bor: HKD), Desa Kemiri Sewu. Kesamaan pola arah aliran airtanah antara sumur gali dan sumur bor dalam selain oleh faktor topografi atau gradien hidrolik juga dikendalikan oleh faktor geologi berupa

jenis batuan yang memiliki paket – paket sedimentasi yang relatif homogen baik di akifer bebas ataupun di akifer terkekang. Akifer rekahan, berdasarkan data geolistrik 1D dan log bor berada pada elevasi 190 – 400 mdpl, seperti breksi padu dan lava andesit (sumur ERI, KIN, TIV<sub>a,b,c</sub>) dari Formasi Gn.Arjuno Welirang. Lava ini ada yang bersifat padu, biasanya sebagai *impermeable layer* Namun lava terkekarkan berfungsi sebagai akifer.



Gambar 5. Kontur muka airtanah (MAT) dan arah aliran dari sumur gali/dangkal



Gambar 6. Kontur muka airtanah (MAT) dan arah aliran dari sumur dalam

**Distribusi akifer**

Berdasarkan survey geolistrik 1D secara regional di Kecamatan Pandaan dan sekitarnya, penulis membuat model konseptual distribusi akifer dengan menambahkan data log bor. Secara umum, area studi didominasi oleh nilai resistivitas antara 10.1 – 300 ohm.m yang tersusun atas batuan tuf pasir, breksi vulkanik dan breksi padu/lava andesit. Lava (*high resistivity value*) ditemukan pada elevasi 190 – 330

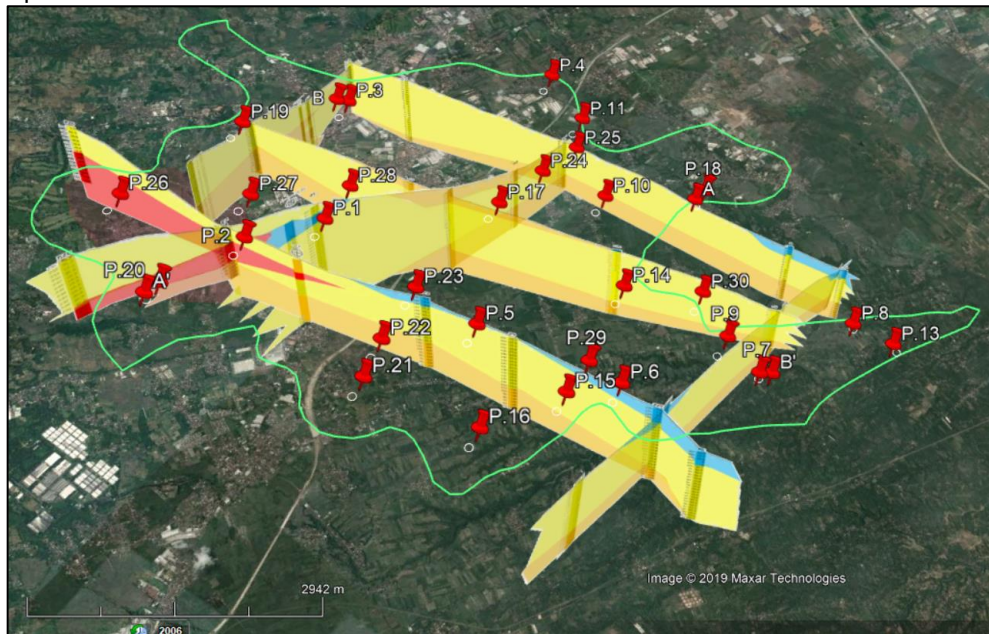
mdpl atau arah barat daya lokasi studi. Lava ditemukan pada kedalaman pemboran mulai dari 60 mbgl seperti pada sumur TIV<sub>c</sub>, ERI dan KIN. Sedangkan di bawah elevasi 190 mdpl atau ke arah timur laut, lava tidak lagi ditemukan namun didominasi oleh tipe akifer ruang antar butir seperti Tuf pasir. Klasifikasi nilai resistivitas di daerah studi antara dirangkum di bawah ini:

Tabel 2. Distribusi nilai resistivitas dari data VES

Resistivitas (ohm.m)	Litologi (dugaan)
1 – 10	Tanah penutup, Lempung
10.1 – 100	Tuf pasir, laharik-piroklastik
100.1 – 300	Pasir, kerikil, breksi vulkanik
> 300	Breksi padu, lava andesite/basaltic

Lava pada elevasi 190 – 330 mdpl secara konsep vulkanostratigrafi dari Boogie dan Mc Kenzie (1998) masuk pada zona peralihan antara proximal dan medial. Sebaran batuan

lava yang tersebar di lokasi mata air Plintahan dan Duren Sewu sesuai dengan data bawah permukaan geolistrik.



Gambar 6. Diagram pagar interpretasi sebaran nilai resistivitas 1D di lokasi penelitian

**KESIMPULAN**

Kendali geologi sangat penting dalam memahami pola aliran airtanah pada suatu kawasan. Kendali tersebut berupa jenis litologi dan struktur. Di lokasi penelitian jenis litologi sebagai kendali aliran airtanah termasuk potensi suatu akifer. Di lokasi studi, akifer primer berupa batuan tuf pasir dan breksi vulkanik, lokasi ini tersebar pada bagian tengah (medial) di elevasi 100 – 190 mdpl. Sedangkan akifer sekunder vesikular dari dari lava ditemukan pada elevasi 190 – 300 mdpl. Trasmisivitas akifer tipe ruang antar butir lebih besar dari tipe akifer rekahan berdasarkan 20 data sumur bor yang telah dianalisis. Arah aliran airtanah dangkal dan

dalam berpola sama yaitu dari arah barat daya ke timur laut mengikuti faktor topografi yang dikendalikan oleh kondisi geologi. Model distribusi akifer menggunakan data-data geolistrik 1D yang dikombinasikan dengan log pemboran mendukung hipotesa bahwa sebaran akifer di lokasi studi dominan oleh tuf pasir dari satuan batuan breksi vulkanik.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

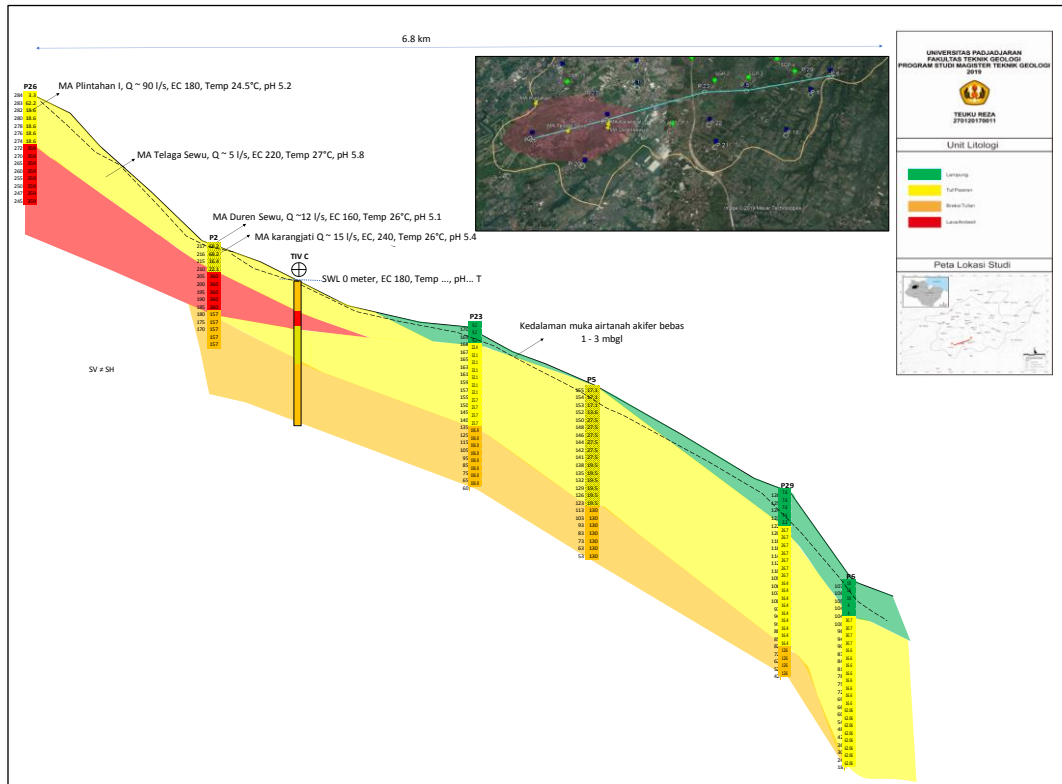
Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kepala Bidang Airtanah, Dinas Energi dan Sumberdaya Mineral, Jawa Timur, Direktur Departemen WRNPT, PT. Tirta Investama

yang telah memungkinkan penggunaan data-data untuk keperluan studi dan publikasi.

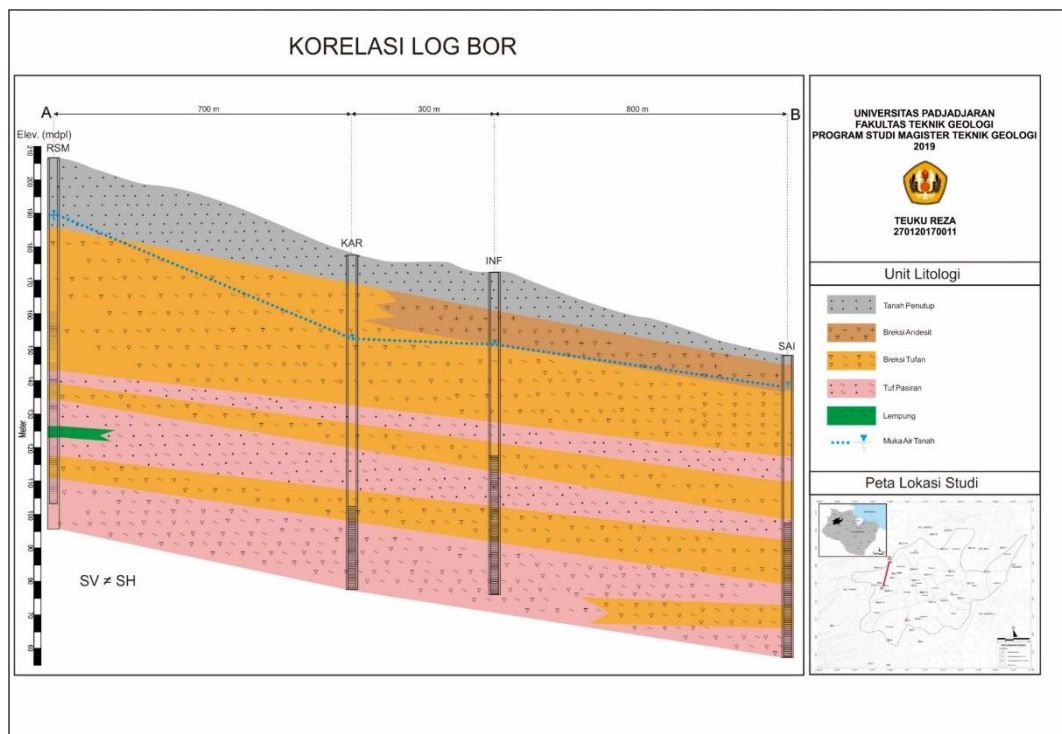
#### DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, A. S. *et al.* (2017) '3D Resistivity Data Modelling to Identify Aquifer Geometry - Field Study PDAM Groundwater Conservation Pandaan', *Regional Conference in Civil Engineering (RCCE)*, pp. 166-174.
- Bogie, I. dan Mackenzie, K.M. (1998). The application of a volcanic facies models to an andesitic stratovolcano hosted geothermal system at Wayang Windu, Java, Indonesia. *Proceedings of 20th NZ Geothermal Workshop*, h.265-276.
- Kusumayudha, S. B., Putra, Y. O., & Pratiknyo, P. (2018). 'Conservation zones in a cultural heritages area of Penanggungan Volcano, based on volcanic-hydrogeological assessment, Mojokerto Regency, East Java, Indonesia'. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 212, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.
- Krásný, J. (1997) 'Transmissivity and permeability distribution in hard rock environment: a regional approach', *Hard Rock Hydrosystems, Proceedings of Rabat Symposium*, (241).
- Richard Sandra K., Chesnaux, Romain, Rouleau, Alain (2016) 'Estimating the reliability of aquifer transmissivity values obtained from specific capacity tests: examples from the Saguenay-Lac-Saint-Jean aquifers, Canada', *Hydrological sciences journal*, v. 61(1), pp. 173-185-2016 v.61 no.1. doi: 10.1080/02626667.2014.966720.
- Putra, DPE(2013) 'The geometry of aquifer system in the north lower slope of Bromo volcano, East Java, Indonesia'. In the 5<sup>th</sup>AUN/SEED Proceeding, ISBN: 9789670380-23-0
- Roh Santoso Budi Waspodo (2012) 'Eksplorasi Air Tanah di Pandaan', *Jurnal Keteknikaan Pertanian*, 26 No. 1(September 2010), pp. 29-35.
- Santosa, S. dan Suwarti, T., (1992 'Peta Geologi Lembar Malang, Jawa Timur, skala 1 : 100.000', Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Shibasaki, N. (1996) *Relationship between transmissivity and specific capacity for evaluating aquifer characteristics.*, *The Journal of the Geological Society of Japan*. doi: 10.5575/geosoc.102.419.
- Toulier, A. *et al.* (2019) 'Multidisciplinary study with quantitative analysis of isotopic data for the assessment of recharge and functioning of volcanic aquifers: Case of Bromo-Tengger volcano, Indonesia', *Journal of Hydrology: Regional Studies*. Elsevier, 26(November), p. 100634. doi: 10.1016/j.ejrh.2019.100634.
- Wada, Y. *et al.* (2010) 'Global depletion of groundwater resources', *Geophysical Research Letters*. Wiley Online Library, 37(20). doi: 10.1029/2010GL044571.





Lampiran 1. Gambar profil akifer, mata air dan MAT sumur dangkal dari barat ke timur lokasi studi



Lampiran 2. Gambar profil korelasi akifer dan MAT sumur bor di lokasi studi

