

PENGUKURAN PENAMPANG STRATIGRAFI DAN INTERPRETASI DATA RESISTIVITAS 1D DAN 2D UNTUK IDENTIFIKASI AKUIFER AIRTANAH DAERAH SAMBUTAN, SAMARINDA ILIR, KOTA SAMARINDA

Muhammad Amin Syam*, Hamzah Umar, Heryanto, Lutfi Abdul Salam, Adam Mulya Giffari

Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

*Penulis koresponden. Alamat email: muhaminsyam24@ft.unmul.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi lapisan akuifer dengan menggunakan metode pengukuran penampang stratigrafi dan metode resistivitas 1D dan 2D di daerah Sambutan, Samarinda Ilir, Kota Samarinda. Dari hasil pengukuran penampang stratigrafi berdasarkan data singkapan batuan di permukaan diperoleh dua jenis lapisan yang dapat menjadi lapisan akuifer yaitu pasir dan batupasir sedang-kasar. Dari hasil pengukuran stratigrafi dan korelasi data resistivitas 1D atau VES, ditemukan 2 jenis akuifer yakni akuifer bebas berupa pasir dengan tebal 0,163 m pada VES 1 dan 0,13 m pada VES 2. Akuifer tertekan berupa batupasir sedang-kasar dengan tebal 6,71 m dan kedalaman 22,96 – 29,67 m pada VES 1 dan tebal 6,1 m serta kedalaman 22,79 – 28,89 m pada VES 2. Dari hasil pengukuran resistivitas 2D di dekat lokasi pengukuran VES diinterpretasi adanya lapisan akuifer pada kedalaman 19 meter dengan nilai resistivitas 40 – 90 Ω m.

Kata kunci: airtanah; pengukuran penampang stratigrafi; resistivitas; Sambutan.

Abstract

This research is intended to identify the aquifer layer by using stratigraphic section measurement and 1D and 2D resistivity methods in Sambutan area, Samarinda Ilir, Samarinda City. From the results of stratigraphic measurements based on the outcrops of rock data on the surface obtained two types of layers that can become aquifer layers, namely sand and medium-coarse sandstone. From the results of stratigraphic measurements and correlation with resistivity data of 1D or VES, the aquifer layer comprised 2 types of aquifers were found, namely unconfined aquifers in the lithology of sand has thickness about 0.163 m at VES 1 and 0.13 m at VES 2. Confined aquifer in the lithology of medium-coarse sandstone with a thickness of 6,71 m and depth 22.96-29.67 m at VES 1 and 6.1 m of thickness and depth of 22.79 -28.89 m at VES 2. From the results of 2D resistivity measurements closed to VES location in Sambutan, the aquifer layer at a depth of 19 meters with a resistivity value of 40 - 90 Ω m.

Keywords: groundwater; measuring section; resistivity method.

Pendahuluan

Airtanah merupakan salah satu sumberdaya yang terus menerus mengalami penurunan baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Sedangkan,

kebutuhan manusia akan sumberdaya air semakin hari semakin bertambah. Terbatasnya sumberdaya air permukaan dan belum tersedianya akses air bersih di daerah Sambutan, Samarinda Ilir, Kota

Samarinda menjadikan airtanah menjadi sumber air utama masyarakat setempat.

Memperoleh airtanah ternyata tidaklah semudah yang dibayangkan. Airtanah tersimpan dan mengalir pada litologi bawah permukaan yang porous dan permeabel yang dinamakan akuifer. Tingkat kompleksitas dan heterogenitas geologi menjadikan sulitnya mengidentifikasi akuifer di bawah permukaan tanah.

Pengamatan lapangan sangat diperlukan untuk mengetahui sebaran litologi di permukaan hingga kemenerusannya di bawah permukaan. Pengukuran penampang stratigrafi dari singkapan batuan di permukaan dapat menjadi informasi awal ada tidaknya potensi airtanah pada daerah penelitian berdasarkan jenis litologi yang dapat menjadi lapisan pembawa airtanah atau akuifer.

Selain pengamatan lapangan, untuk menjustifikasi adanya lapisan batuan pembawa air juga dilakukan pengukuran resistivitas 1D atau *Vertical Electrical Sounding* dan resistivitas 2D untuk mencari adanya anomali resistivitas air di bawah permukaan yang selanjutnya hasil interpretasi data resistivitas 1D ini dikorelasikan dengan data hasil pengamatan lapangan dan juga untuk memverifikasi hasil interpretasi data resistivitas.

Daerah penelitian yang berlokasi di Sambutan, Samarinda Ilir, Kota Samarinda merupakan daerah yang sulit terhadap akses air bersih dari sumber air permukaan, sehingga penggunaan airtanah dapat menjadi solusi sulitnya akses terhadap air bersih dari sumber air permukaan. Atas alasan ini, penulis mencoba mencari sumber airtanah dengan menggabungkan metode pengukuran stratigrafi dan resistivitas 1D dan 2D.

Eksplorasi Airtanah

Investigasi Lapangan

Investigasi lapangan terkait dengan potensi airtanah pada daerah penelitian dilakukan dengan *measuring section* atau pengukuran penampang stratigrafi. Dalam Noor (2010), pengukuran stratigrafi merupakan salah satu pekerjaan yang biasa dilakukan dalam pemetaan geologi lapangan. Ada pun pekerjaan pengukuran penampang stratigrafi dimaksudkan untuk memperoleh gambaran yang terperinci dari hubungan stratigrafi antar setiap perlapisan batuan atau satuan batuan, ketebalan setiap satuan stratigrafi, sejarah sedimentasi secara vertikal dan lingkungan pengendapan dari setiap satuan batuan.

Pengukuran stratigrafi dimaksudkan untuk memperoleh gambaran terperinci urutan-urutan perlapisan satuan stratigrafi, ketebalan setiap satuan stratigrafi, hubungan stratigrafi, sejarah sedimentasi dalam arah vertikal, dan lingkungan pengendapan. Pengukuran stratigrafi dari singkapan mempunyai arti penting dalam penelitian geologi. Secara umum tujuan pengukuran penampang stratigrafi adalah (Noor, 2010):

- Mendapatkan data litologi terperinci dari urutan-urutan perlapisan suatu satuan stratigrafi (formasi, kelompok, anggota dan sebagainya).
- Mendapatkan ketebalan yang teliti dari tiap-tiap satuan stratigrafi.
- Untuk mendapatkan dan mempelajari hubungan stratigrafi antar satuan batuan dan urutan-urutan sedimentasi dalam arah vertikal secara detil dan untuk menafsirkan lingkungan pengendapan.

Metode Geolistrik

Geolistrik adalah metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik dalam bumi dan bagaimana mendeteksinya di permukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial, arus, dan medan

elektromagnetik yang terjadi, baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi, Oleh karena itu metode geolistrik mempunyai banyak macam, termasuk di dalamnya potensial diri, polarisasi terinduksi, dan resistivitas (Saputra, 2014).

Tiap-tiap media mempunyai sifat yang berbeda terhadap aliran listrik yang melaluinya, yang bergantung pada tahanan jenisnya. Pada metode ini, arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektrode arus dan beda potensial yang terjadi diukur melalui dua buah elektrode potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektrode berbeda kemudian dapat diturunkan variasi nilai tahanan jenis masing-masing lapisan bawah permukaan bumi (Suyanto, 2013).

Metode geolistrik mengasumsikan bahwa bumi mempunyai sifat homogen isotropis. Dalam kondisi yang sesungguhnya, tanah bersifat tidak homogen karena bumi terdiri atas lapisan-lapisan dengan karakteristik yang berbeda beda, sehingga nilai resistivitas yang kita peroleh merupakan nilai resistivitas yang mewakili nilai resistivitas seluruh lapisan yang teralalui oleh garis ekipotensial. Dengan mengetahui arus yang diinjeksikan dan mengukur beda potensial di sekitar tempat arus diinjeksikan, maka nilai tahanan jenis tanah dapat diperoleh. Nilai tahanan jenis yang diperoleh dari hasil pengukuran disebut sebagai resistivitas semu. (Telford et al., 1982). Untuk menghitung resistivitas semu batuan, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}\right)} \quad (2)$$

dengan

ΔV : beda potensial (volt)

I : besar arus yang dialirkan (ampere)

K : faktor geometri konfigurasi

Metodologi

Pada penelitian ini dilakukan investigasi lapangan yakni pengukuran penampang stratigrafi sebanyak dua lintasan dan pengukuran resistivitas 1D (*VES*) dan 2D. Data resistivitas 1D (*VES*) dilakukan sebanyak dua *line* dan pengukuran resistivitas 2D sebanyak satu pengukuran dengan menggunakan konfigurasi *Dipole-dipole*.

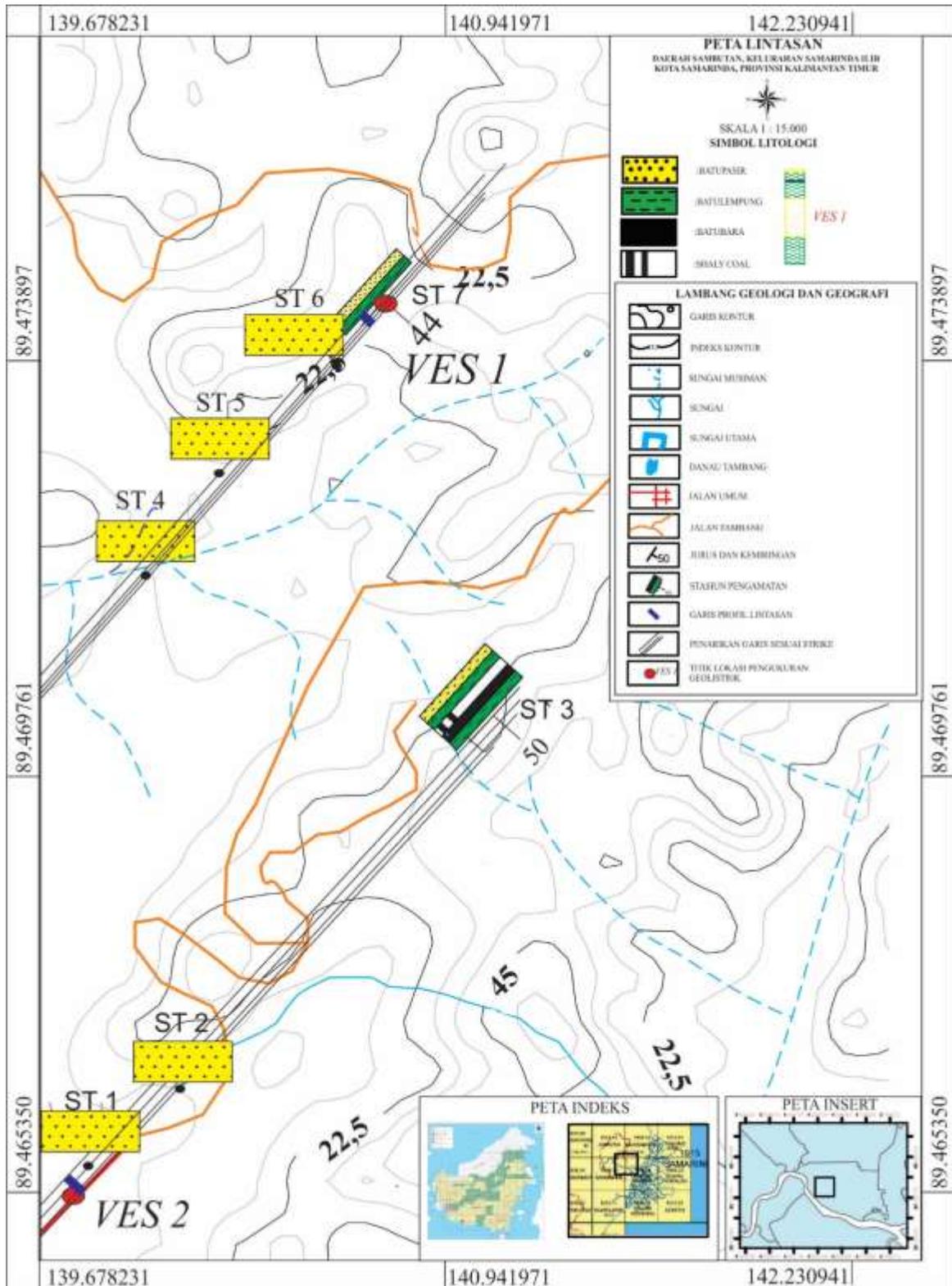
Data pengukuran penampang stratigrafi selanjutnya diolah dengan membuat tabel profil lintasan yang berisi tentang nama satuan, ketebalan, deskripsi dan pemerian batuan, serta lingkungan pengendapan batuan terbentuk untuk batuan sedimen.

Data resistivitas yang diperoleh baik 1D maupun 2D selanjutnya diolah untuk menghitung nilai resistivitas semu. Nilai resistivitas 1D atau *VES* semu dan geometri pengukuran dijadikan data masukan pada aplikasi IP2Win untuk memperoleh ke dalam dan resistivitas sebenarnya pada daerah penelitian. Dari nilai resistivitas ini kemudian diinterpretasi jenis litologi dengan bantuan data hasil pengukuran penampang stratigrafi. Tahap selanjutnya adalah membuat korelasi litologi antara data penampang stratigrafi dan *VES* terkait potensi airtanah daerah penelitian.

Data resistivitas 2D dan geometri pengukuran yang telah diolah selanjutnya disimpan dalam bentuk ekstensi .dat dan dimasukkan pada program pengolah data resistivitas untuk dilakukan inversi sehingga dapat dilihat variasi resistivitas batuan bawah permukaan.

Hasil dan Pembahasan

Stratigrafi Daerah Penelitian



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

Berdasarkan litodemik resmi dan tidak resmi pada Komisi Sandi Statigrafi Indonesia Ikatan Ahli Geologi Indonesia (1996), Satuan batuan pada daerah Sambutan, Kelurahan Samarinda Ilir, Kota

Samarinda, Kalimantan Timur dibagi dan dinamakan berdasar ciri fisik dominasi litologi pada daerah penelitian yang dapat dipetakan berskala 1:25.000 serta penentuan berdasarkan pengamatan

petrologi untuk menentukan mineral dalam satuan batuan maupun anggota satuan batuan. Adapun satuan batuan di kelompokkan menjadi 3 bagian dari yang tua sampai ke yang muda (*Lampiran 1*), yakni:

- a. Satuan Batupasir Sedang Sambutan
Satuan ini mempunyai tebal satuan batuan ± 2.075 m dan tebal singkapan $\pm 3-7$ m. Satuan batupasir sedang Sambutan ini mempunyai 2 (dua) anggota satuan batuan, yaitu anggota satuan batupasir sedang dan anggota satuan batulempung laminasi.
- b. Satuan Batupasir Kasar Sambutan
Berdasarkan pengukuran penampang geologi yang dibuat tegak lurus perlapisan batuan, ketebalan satuan batuan ini ± 2.900 m dan satuan batupasir kasar Sambutan memiliki 3 (tiga) anggota satuan batuan, yakni anggota satuan batulempung, anggota satuan batubara, dan anggota satuan batupasir kasar.
- c. Satuan Endapan Aluvial
Satuan aluvial yang mendominasi adalah pedataran banjir. Dari aspek morfologi, satuan ini bercirikan dengan pemukiman warga, persawahan ataupun aktifitas manusia lain yang dekat dengan sungai utama. Ditemukan tanah dari batupasir kuarsa dengan tingginya oksidasi, mempunyai ketebalan sekitar 10 meter.

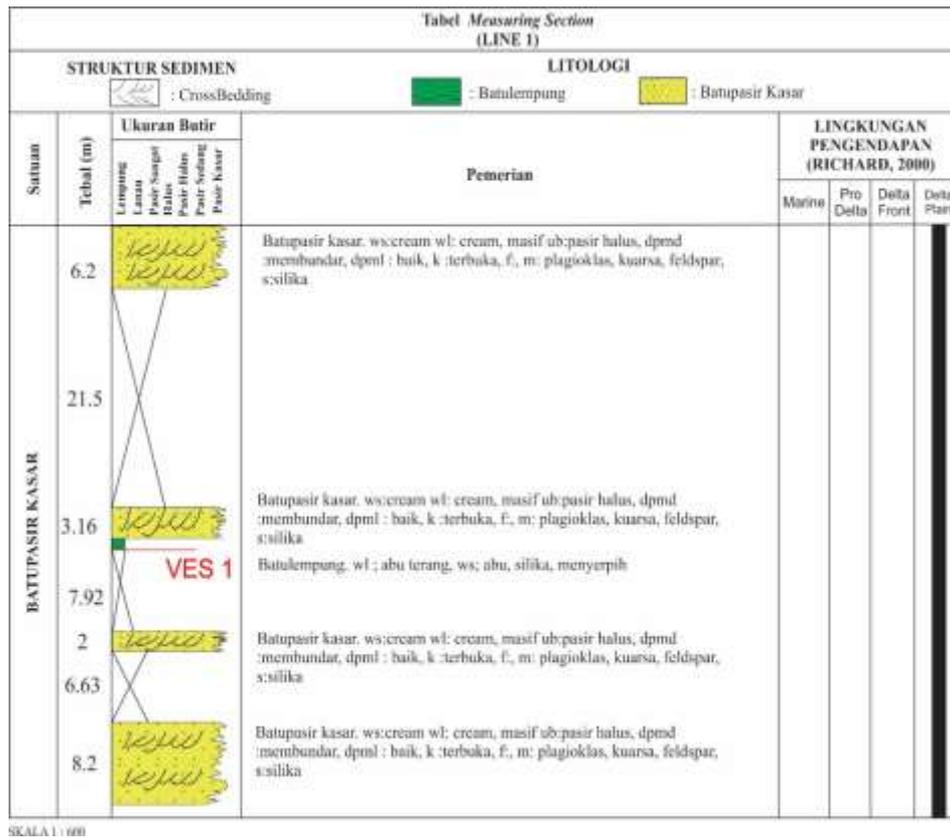
Pengukuran Measuring Section

Pada daerah penelitian didapatkan 7 singkapan batuan dengan kode ST 1 sampai ST 7. Singkapan yang ditemukan umumnya berupa batupasir dan perselingan batupasir, batubara, dan batulempung. Lintasan penampang stratigrafi mengikuti arah singkapan batuan ditemukan dengan mengambil 2 lintasan pengukuran penampang stratigrafi. Peta lokasi penelitian dan lokasi pengambilan data dilihat pada Gambar 1.

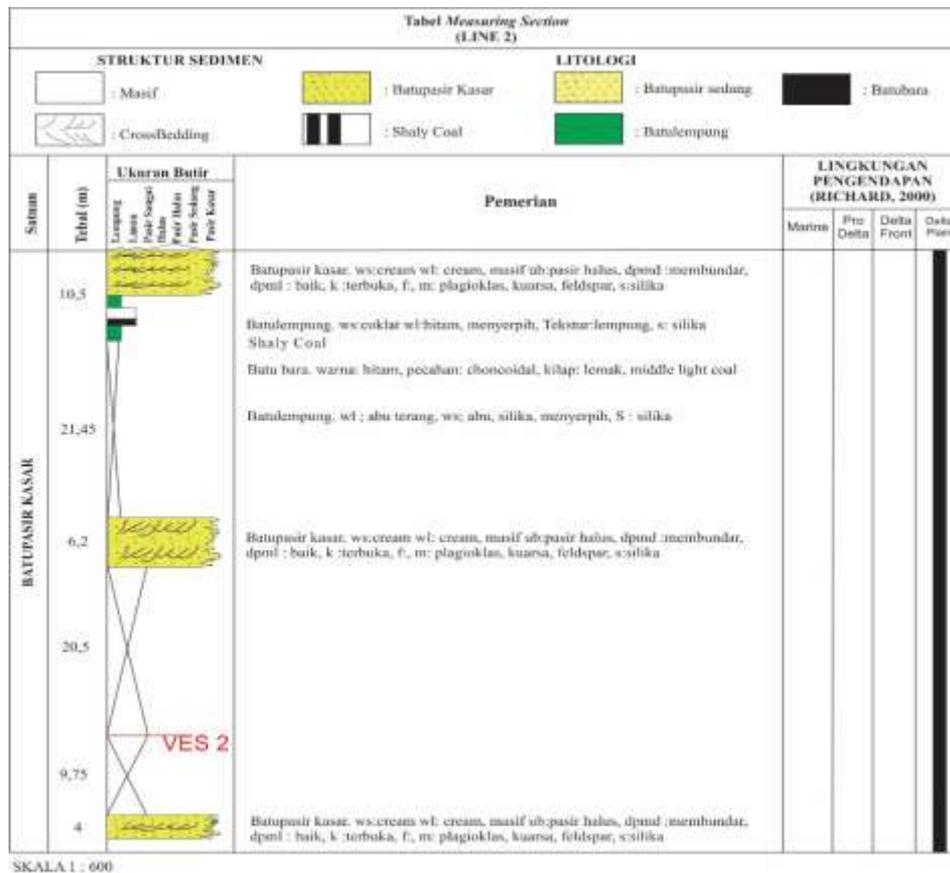
Pengukuran penampang stratigrafi pada *Line 1* dengan kedudukan batuan N140E/44 didapatkan empat singkapan batuan yang semuanya berupa batupasir kasar. Pada singkapan kedua ditemukan batulempung yang merupakan anggota satuan batupasir ini. Semua lapisan batupasir ini merupakan lapisan akuifer tertekan.

Pengukuran *Measuring Section* pada *Line 2* dengan kedudukan batuan N140E/50 didapatkan tiga singkapan batuan yang semuanya juga berupa batupasir kasar-sedang. Pada singkapan pertama ditemukan batulempung dan batubara yang merupakan anggota satuan batupasir ini. Semua lapisan batupasir ini merupakan lapisan akuifer tertekan dan batulempung dan batubara masing-masing merupakan akuitar dan akuiklud.

Profil penampang stratigrafi *Line 1* dan *Line 2* ditampilkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Tabel pengukuran profil lintasan Line 1.



Gambar 3. Tabel pengukuran profil lintasan Line 2.

Interpretasi Data Resistivitas 1D (VES)

Sebelum tahapan interpretasi, data *VES 1* dan *VES 2* terlebih dahulu diolah untuk mendapatkan nilai resistivitas semu (*Lampiran 2*). Selanjutnya, data nilai resistivitas semu dan geometri pengukuran dimasukkan ke aplikasi IP2Win untuk memperoleh grafik inversi, kedalaman, dan nilai resistivitas sebenarnya pada daerah penelitian (*Lampiran 3*). Interpretasi nilai resistivitas merujuk pada hasil penelitian Devy (2017) yang meneliti tentang kondisi hidrogeologi Kota Samarinda.

Hasil analisis data *VES 1* diperoleh nilai *error* 1,41%, dipadukan dengan data geologi permukaan maka diinterpretasi bahwa resistivitas 6,434 – 18,44 Ωm adalah batulempung, resistivitas 13,13 – 23,07 Ωm adalah pasir (jenuh), resistivitas 33,59 – 94,54 Ωm adalah batubara,

resistivitas 85,14 – 204,6 Ωm adalah batupasir kasar. Semua lapisan pasir dan batupasir merupakan lapisan akuifer dengan jenis akuifer adalah akuifer bebas dan tertekan. Secara ringkas ditampilkan pada Tabel 1.

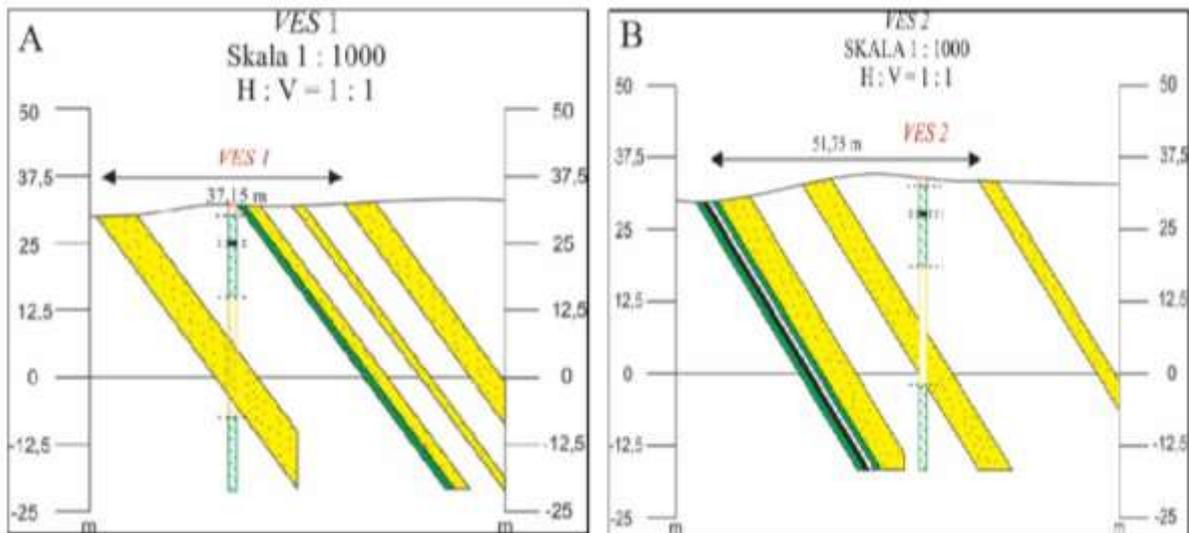
Hasil analisis data *VES 2* diperoleh nilai *error* 1,35% dipadukan dengan data geologi permukaan maka dapat diinterpretasi bahwa resistivitas 6,186 – 20,79 Ωm adalah batulempung, resistivitas 11,95 – 22,99 Ωm adalah pasir (jenuh), resistivitas 78,14 – 211 Ωm adalah batupasir kasar dan resistivitas 22,96 – 97,53 Ωm adalah batubara. Dari nilai resistivitas diinterpretasi terdapat dua jenis akuifer yaitu akuifer bebas pada kedalaman 1,381 – 1,511 m dan akuifer tertekan pada kedalaman 22,79 – 28,89 m dari titik pengukuran. Secara ringkas ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Nilai resistivitas hasil pengukuran *VES 1*

NO	Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Interpretasi Material	Interpretasi Litologi	Jenis Akuifer
1	13,13-23,07	1,358-1,521	Pasir		Akuifer Bebas
2	7,28	2,675	Batulempung		Akuiklud
3	33,59-94,54	5,078-5,808	Batubara		Akuitar
4	6,399-18,44	9,9985-12,84	Batulempung		Akuiklud
5	85,14-204,6	22,96-29,67	Batupasir Kasar		Akuifer Tertekan
6	6,434	39,93	Batulempung		Akuiklud

Tabel 2. Nilai resistivitas hasil pengukuran *VES 2*

NO	Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Interpretasi Material	Interpretasi Litologi	Jenis Akuifer
1	11,95-22,99	1,381-1,511	Pasir		Akuifer Bebas
2	7,193	2,649	Batulempung		Akuiklud
3	22,96-97,53	5,066-5,717	Batubara		Akuitar
4	6,313-20,79	9,995-12,55	Batulempung		Akuiklud
5	78,14-211	22,79-28,89	Batupasir Kasar		Akuifer tertekan
6	6,186	39,9	Batulempung		Akuiklud



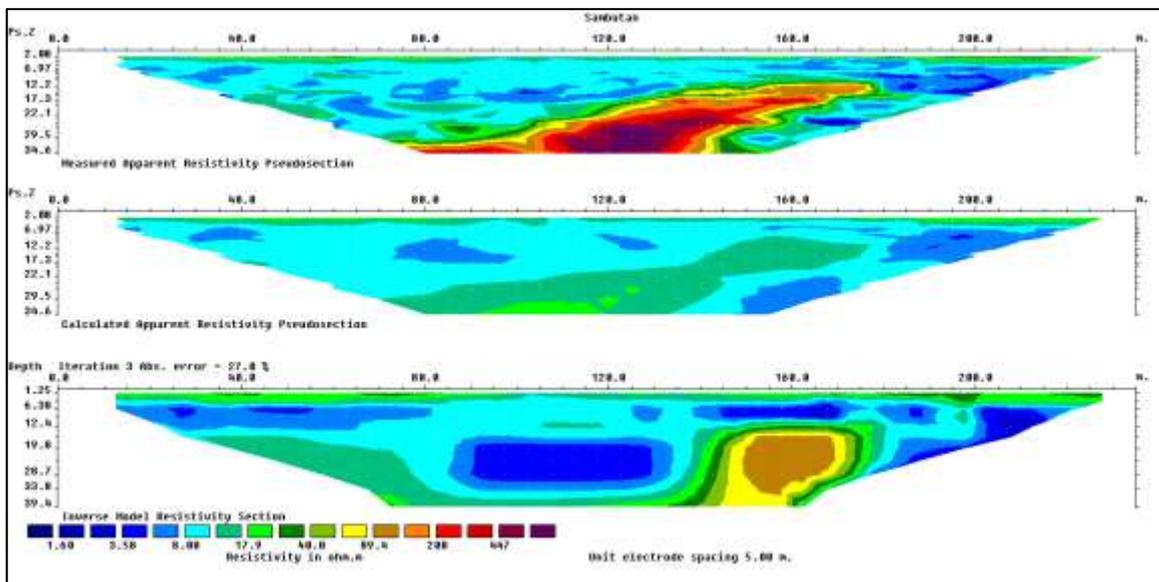
Gambar 4. Korelasi singkapan batuan (A) Line1 dan VES1, dan (B) Line 2 dan VES 2.

Setelah menginterpretasi data resistivitas 1D (VES) selanjutnya mengkorelasikannya dengan data singkapan batuan. Adanya data singkapan ini juga digunakan sebagai dasar atau acuan untuk menginterpretasi litologi bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitasnya dengan cara menghitung kedalaman batuan yang tersingkap dari kemiringan batuan (*dip*) terhadap jarak antara lokasi singkapan dan titik pengukuran resistivitas 1D (VES). Korelasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

Interpretasi Data Resistivitas 2D

Selain melakukan pengukuran resistivitas 1D juga dilakukan pengukuran resistivitas 2D (Res2D) searah *dip* batuan menggunakan konfigurasi *dipole-dipole*, panjang bentangan 230 meter dan kedalaman hingga 30 meter. Jarak elektroda terkecil adalah 5 meter dengan jumlah sebanyak 6, dan total data pengukuran adalah sebanyak 609 data.

Data resistivitas 2D ini diolah terlebih dahulu untuk menghitung resistivitas semu dan selanjutnya dianalisis dengan bantuan komputer untuk menghitung nilai resistivitas bawah permukaan secara dua dimensi.



Gambar 5. Penampang resistivitas 2D.

Dari hasil analisis data resistivitas 2D pada Gambar 5 di atas diinterpretasi bahwa adanya anomali resistivitas yang sangat rendah dengan nilai antara 1,68 – 40 Ω m merupakan lempung atau batulempung sedangkan resistivitas 40 – 90 Ω m adalah litologi yang diinterpretasi tersaturasi oleh airtanah. Model resistivitas 2D ini memiliki nilai *error* sebesar 27%.

Kesimpulan

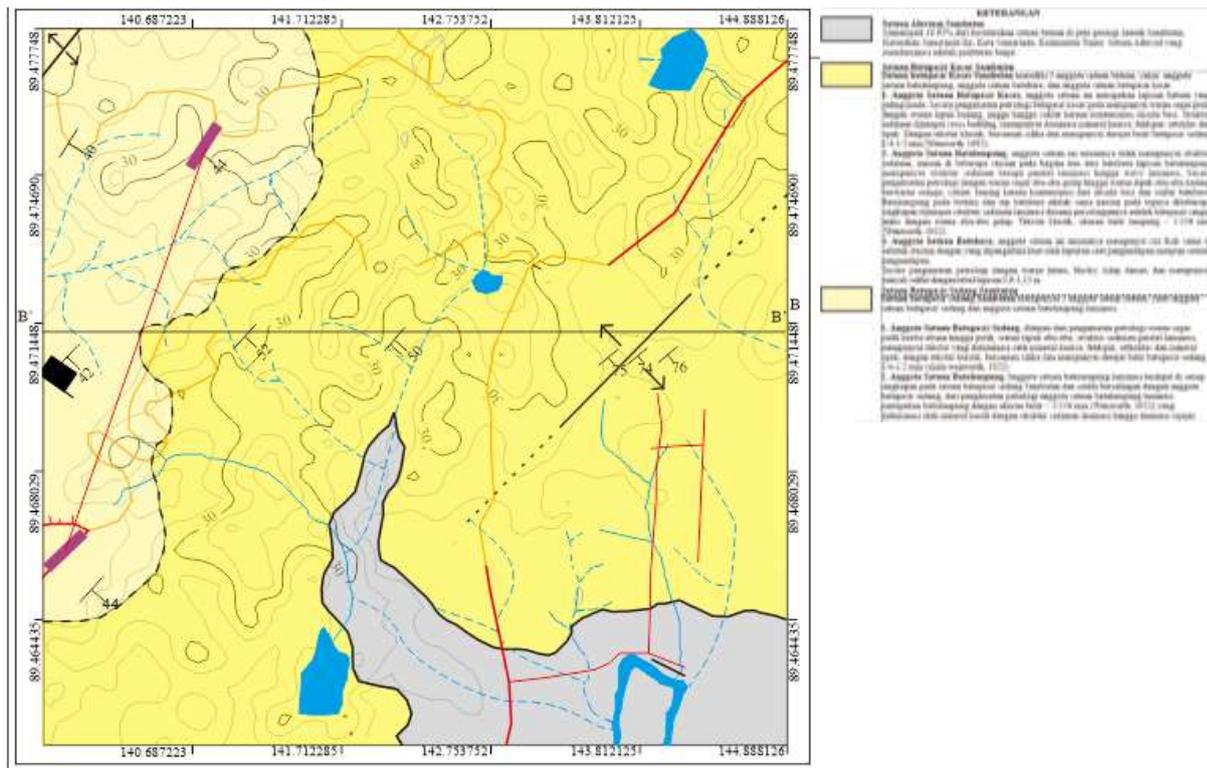
Berdasarkan data pengukuran stratigrafi dan survei resistivitas 1D dan 2D dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil pengukuran penampang stratigrafi (*measuring section*) terdapat dua litologi yang dapat menjadi lapisan akuifer yaitu batupasir kasar dan batupasir sedang.
2. Berdasarkan korelasi singkapan batuan *Line 1* dan hasil *VES 1* didapatkan lapisan akuifer pada kedalaman 22,96 – 29,67 m dari titik pengukuran dengan jenis akuifer adalah akuifer tertekan pada daerah penelitian.
3. Berdasarkan korelasi singkapan batuan *Line 2* dan hasil *VES 2* didapatkan akuifer pada kedalaman 22,79 – 28,89 m dari titik pengukuran dengan jenis akuifer adalah akuifer tertekan pada daerah penelitian.
4. Dari hasil pemodelan resistivitas 2D diinterpretasi terdapat adanya lapisan akuifer pada kedalaman 19 meter dengan nilai resistivitas 40 – 90 Ω m.

Daftar Pustaka

- Devy, D.S., Hasan, H., Nugroho, W., 2017. *Hidrogeologi Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Komisi Sandi Statigrafi Indonesia Ikatan Ahli Geologi Indonesia. 1996. *Sandi Stratigrafi Indonesia*. IAGI.
- Noor, Djauhari. 2016. *Prinsip-prinsip Stratigrafi*. Pakuan University Press, Bogor.
- Saputra, H. 2014. *Pemetaan Akuifer Air Tanah Dengan Metode Resistivitas Sounding Desa Segoroyoso, Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul, Provinsi Yogyakarta*. Program Studi Geofisika – UGM, Yogyakarta.
- Suyanto, I. 2013. *Perbandingan Survei dan Analisis Data Geolistrik Sounding Daerah Pantai dan Pegunungan: Studi Kasus Penyelidikan Air Tanah di Kabupaten Kendal, Jawa Tengah*, Lab. Geofisika – FMIPA UGM, Yogyakarta.
- Telford, W.M., L.P. Geldart., R.E. Sheriff., D.A Keys. 1982. *Applied Geophysic Second Edition*. Cambridge University Press, London, Hal. 289-290, 524.

Lampiran 1. Peta Geologi Detail dan Foto Singkapan



Singkapan Batupasir Sedang



Singkapan Batupasir Kasar



Endapan Aluvium



Lampiran 2. Pengolahan Data VES

Hasil data *Line 1*

Lokasi:	ves 1
Koordinat:	0.49103333S, 117.21644500E
Elevasi:	41.3m

Catatan:

<u>AB/2 (m)</u>	<u>MN/2 (m)</u>	<u>K</u>	<u>I (mA)</u>	<u>V (mV)</u>	<u>PS (mV)</u>	<u>r (O*m)</u>	<u>dev. st.</u>	<u>M (ms)</u>
2	1	12	361	516	110	17	0	0
4	1	49	351	116	112	16	0	1
6	1	112	323	52	114	18	0	-2
10	1	313	389	28	116	23	0	0
10	1	156	387	55	77	22	0	-15
15	1	352	749	52	86	24	0	1
25	1	980	851	21	96	24	0	-32
30	1	1412	540	9	99	24	0	-11
30	2	704	870	28	319	23	0	-86
35	2	959	328	8	301	25	0	3
40	2	1253	426	9	307	26	0	9
50	2	1960	456	7	317	28	0	11
50	5	778	454	15	69	26	0	-140
60	5	1123	332	8	4	26	0	-69
70	5	1532	413	7	-14	27	0	-50
80	5	2003	643	9	-59	27	0	-28
100	5	3134	733	6	-75	26	0	-66
100	20	754	733	28	4	29	0	-38

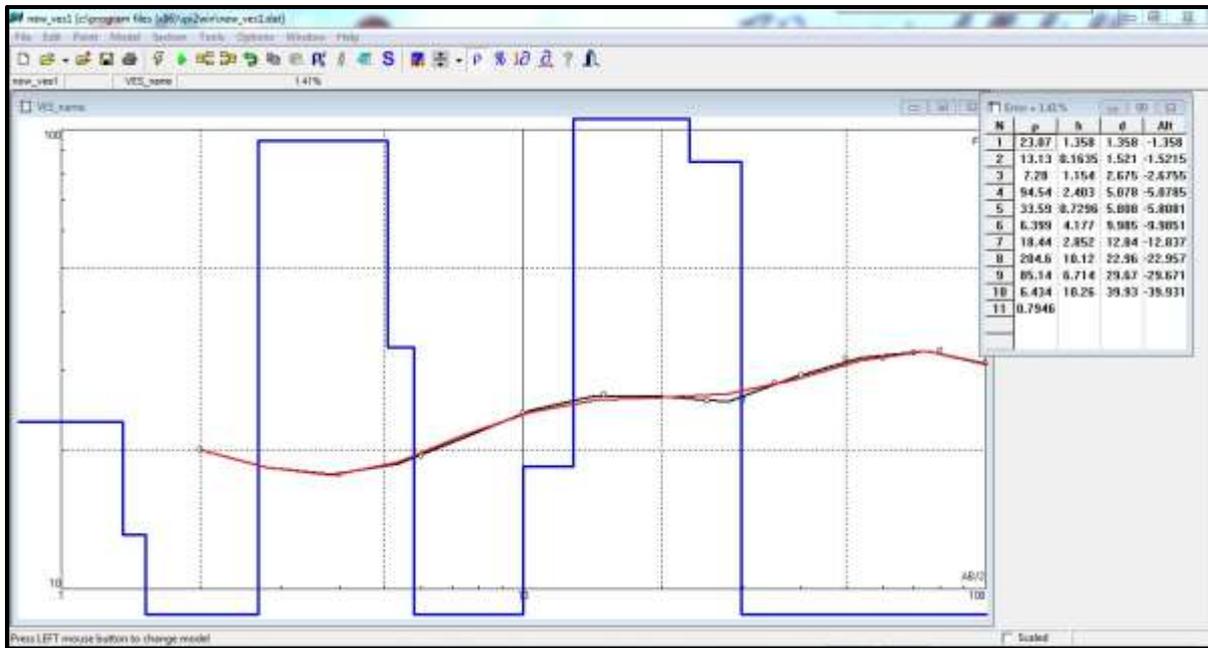
Hasil data *Line 2*

Lokasi:	ves 2
Koordinat:	
Elevasi:	
Catatan:	

<u>AB/2 (m)</u>	<u>MN/2 (m)</u>	<u>K</u>	<u>I</u> <u>(mA)</u>	<u>V</u> <u>(mV)</u>	<u>PS</u> <u>(mV)</u>	<u>r</u> <u>(O*m)</u>	<u>dev. st.</u>	<u>M (ms)</u>
2	1	12	265	503	-25	22	0	-1
4	1	49	319	106	-27	16	0	4
6	1	112	324	44	-28	15	0	5
10	1	313	479	19	-29	13	0	26
10	1	156	477	40	-6	13	0	84
15	1	352	467	16	15	12	0	18
25	1	980	303	4	14	11	0	18
30	1	1412	468	4	13	13	0	78
30	2	704	469	7	59	10	0	-651
35	2	959	260	4	-4	16	0	-25
40	2	1253	461	6	-11	17	0	30
50	2	1960	268	2	-13	13	0	126
50	5	778	268	6	37	18	0	1055
60	5	1123	285	5	41	19	0	452
70	5	1532	361	1	32	5	0	-1559
80	5	2003	266	1	29	10	0	-106
100	5	3134	635	3	20	16	0	150
100	20	754	634	10	170	12	0	-606

Lampiran 3. Inversi Data VES

VES 1



VES 2

