

Evaluasi Kerentanan Akuifer Menggunakan Metode *Simple Vertical Vulnerability* Berdasarkan Hasil Penyelidikan Geolistrik (Studi Kasus di Desa Sumberpasir, Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang)

Julia Putri Rosalinda*, Hari Siswoyo, Sri Wahyuni

Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

*Correspondence email: juliarosalinda68@gmail.com

Abstrak. Terdapat indikasi pencemaran air akibat limbah industri yang terlihat dari kondisi aliran sungai dan mata air di Desa Sumberpasir. Sehingga perlu adanya penyelidikan kerentanan akuifer dengan Metode SVV. Terdapat tiga parameter yang harus dihitung sebagai nilai indeks metode SVV, yaitu: ketebalan zona tidak jenuh air, nilai perkolasi, dan jenis material lapisan zona tidak jenuh air. Dari ketiga nilai parameter yang akan diperoleh nilai indeks SVV sebagai penilaian kerentanan akuifer. Nilai indeks SVV dipetakan menjadi sebaran kerentanan akuifer menggunakan program Surfer. Hasil penelitian menghasilkan lima jenis material litologi batuan hasil interpretasi dari penyelidikan geolistrik berdasarkan penyesuaian dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Lapisan dengan resistivitas terendah adalah lempung, lapisan kedua tufa, lapisan ketiga tufa pasir, lapisan ke empat batu apung, dan lapisan kelima breksi. Dari tiga parameter perhitungan SVV didapatkan nilai indeks SVV antara 54 yang diinterpretasikan memiliki kerentanan sedang hingga 76 dengan kerentanan sangat rendah. Sehingga Desa Sumberpasir dinilai cenderung aman terhadap kerentanan akuifer. Sebaran tingkat kerentanan di lokasi penelitian terbagi menjadi tiga, kerentanan sangat rendah seluas 18,65% dari luas total Desa Sumberpasir, kerentanan rendah 60,03%, dan tingkat kerentanan sedang seluas 21,32%.

Kata kunci: Akuifer; Geolistrik; Kerentanan; Metode SVV

Abstract. There are indications of water pollution due to industrial waste, which can be seen from the rivers and springs condition in Sumberpasir Village. So it is necessary to investigate the vulnerability of the aquifer using SVV method. There are three parameters that must be calculated as the index value of the SVV method, thickness of the unsaturated zone, percolation value, and material type of the unsaturated zone. From the three parameter values, the SVV index will be obtained as an aquifer vulnerability assessment. The SVV index was mapped into the distribution of aquifer vulnerability using the Surfer program. The results of the study resulted in five types of rock lithology materials as a result of interpretation from geoelectrical investigations based on adjustments to actual conditions in the field. The layer with the lowest resistivity is clay, the second layer is tuff, the third layer is sandy tuff, the fourth layer is pumice, and the fifth layer is breccia. From the three parameters of the SVV calculation, the SVV index value is between 54 which is interpreted as having a moderate vulnerability until 76 with a very low vulnerability. So that Sumberpasir Village is considered likely to be safe against aquifer vulnerability. The distribution of vulnerability levels in the research location is divided into three, very low vulnerability (18.65% of the total area Sumberpasir Village), low vulnerability (60.03%), and medium vulnerability (21.32%).

Keywords: Aquifer; Geoelectric; SVV Method ; Vulnerability

PENDAHULUAN

Kerentanan air tanah adalah kemampuan air tanah untuk bertahan dari kontaminasi pada permukaan tanah hingga muka airtanah atau daerah akuifer (Putranto, 2019). Menurut Wicaksono dan Nurjani (2013) Kerentanan juga dapat diartikan sebagai sifat kepekaan sistem airtanah dari pengaruh alam maupun manusia. Sifat kerentanan akuifer yaitu spesifik atas faktor jumlah jenis kontaminasi yang berinteraksi dengan faktor hidrogeologi. Salah satu wilayah kerentanan akuifernya adalah Desa Sumberpasir, Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang. Sebagian besar wilayah di Desa Sumberpasir merupakan daerah yang dimanfaatkan untuk aktivitas pertanian dan industri yang diduga berperan besar dalam produksi limbah di lokasi tersebut.

PT. Sumber Naga Cemerlang merupakan salah satu industri di Desa Sumberpasir yang memproduksi daur ulang kertas dan pernah diadukan oleh warga ke

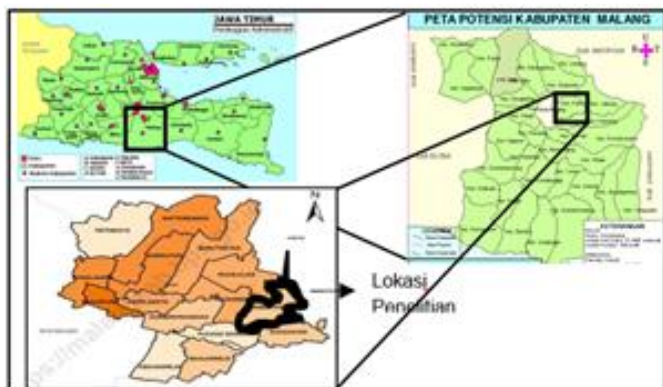
pemerintah setempat karena diduga membuang limbahnya secara sembarangan dan mencemari lingkungan (Supriyanto, 2015). Menurut warga sekitar, indikasi pencemaran air dapat terlihat dari kondisi aliran sungai dan mata air di Desa Sumberpasir. Sehingga diperlukan adanya evaluasi kerentanan akuifer dan pemetaan kerentanan akuifer terhadap pencemaran. Evaluasi kerentanan akuifer dapat dilakukan menggunakan banyak metode. Beberapa metode yang sering digunakan adalah metode DRASTIC, metode SINTACS, dan metode SVV. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, Dimana Metode SVV, Jika dibandingkan dengan metode DRASTIC dan SINTACS memiliki akurasi yang lebih baik tetapi membutuhkan lebih banyak data. (Linggasari, Cahyadi dan Ernawati, 2019). Setelah mempertimbangkan kelebihan dan kekurangan dari banyak metode, peneliti memilih metode SVV dalam

mengerjakan penelitian ini. Hal ini juga didasarkan pada kondisi Desa Sumberpasir yang sesuai dengan syarat metode SVV, yaitu merupakan wilayah dengan air tanah dangkal dan batuan kuarter. Metode SVV memperhitungkan tiga parameter, yaitu ketebalan zona tidak jenuh air, nilai perkolasi, dan jenis material di atas lapisan akuifer (Hendrayana, 2011). Dalam proses penelitian juga dilakukan penyelidikan geolistrik tahanan jenis menggunakan Metode Schlumberger.

Penelitian Suprayitno (2016) dapat diketahui bahwa zona kerentanan airtanah terhadap pemompaan di Kecamatan Godean adalah zona kerentanan sedang. Febriarta dan Vienastra (2020) juga pernah melakukan penelitian dengan topik yang sama di Pulau Yebeu. Hasil dari penelitiannya adalah zona pemanfaatan airtanah yang aman di Pulau Yebeu berada pada zona kerentanan instrinsik tinggi. Kedua penelitian terdahulu tersebut dapat menjadi referensi bagi penelitian ini. Hasil dari evaluasi kerentanan akuifer di daerah penelitian utamanya bertujuan untuk mengetahui sebaran pemetaan kerentanan akuifer di Desa Sumberpasir. Data tersebut diharapkan dapat menjadi acuan bagi warga sekitar agar dapat menjaga kualitas akuifer. Selain itu, acuan bagi pemerintah setempat dan pihak-pihak yang terkait dalam membuat kebijakan yang berkaitan dengan penggunaan lahan berdasarkan kerentanan akuifernya di Desa Sumberpasir.

METODE

Lokasi yang dipilih berada di Desa Sumberpasir, Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang, Jawa Timur dengan koordinat $7^{\circ}58'24,58''$ S dan $112^{\circ}44'12,94''$ E Luas wilayah Desa Sumberpasir sebesar 319,70 Ha dan didominasi oleh lahan pertanian seluas 232 Ha. Terdapat empat dusun yang tersebar di Desa Sumberpasir, yaitu dusun Krajan, Werangan, Botoputih, dan Gagak Asinan.



Sumber: data olahan

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Terdapat dua jenis data yang diperlukan dalam penelitian ini, yaitu data primer dan sekunder. Data primer terdiri dari data geolistrik dan data kedalaman sumur penduduk. Sedangkan, data sekunder yang diperlukan adalah denah lokasi penelitian yang

didapatkan dari google earth serta data curah hujan dan rerata suhu yang didapatkan dari hasil pengamatan Stasiun Klimatologi Karangploso. Peralatan penelitian yang diperlukan juga terbagi menjadi dua, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak, dengan rincian sebagai berikut: Seperangkat alat pengukur geolistrik, Tali dan pemberat, GPS, Program *Excel Microsoft Office*, Program *IPI2WIN*, Program *Surfer*, dan Program *Google Earth Pro*

Penyelidikan geolistrik tahanan jenis

1. Menentukan titik pengukuran geolistrik
 - a. Memilih area yang cukup datar dan tidak terhalang oleh bangunan apapun serta kondisi tanah yang mudah ditancapkan elektroda
 - b. Memilih area yang relatif dekat dengan sumur gali warga untuk membandingkan hasil penyelidikan geolistrik
 - c. Menentukan titik ukur untuk penempatan elektroda dan jarak antar elektroda dengan total panjang sesuai dengan total panjang bentang yang telah ditentukan
 - d. Menentukan arah bentangan yang sejajar dengan arah perlapisan tanah
 - e. Melakukan survei lokasi untuk menentukan batas-batas titik koordinat daerah pengukuran dengan menggunakan GPS
 - f. Memilih lokasi yang tersebar secara merata dengan metode grid
 - g. Memplot titik-titik koordinat pengukuran ke dalam *google earth*
2. Pengukuran di lokasi penelitian. Prosedur pengambilan data dengan penyelidikan geolistrik adalah sebagai berikut (Usman *et al.*, 2017):
 - a. Menentukan titik tengah lintasan pengukuran dan arah lintasan menggunakan GPS
 - b. Memasang elektroda arus dan elektroda potensial sesuai dengan tabel pengukuran konfigurasi *Schlumberger*
 - c. Menyambungkan kabel ke tiap-tiap elektroda
 - d. Menyusun rangkaian *resistivity meter* dengan menyambungkan kabel ke elektroda dan melihat *test loop* sebagai petunjuk bahwa kabel sudah terpasang dengan baik
 - e. Mengaktifkan *resistivity meter* dengan sumber energi dari accu
 - f. Mengatur tombol konvensator sehingga tombol *voltage* menjadi angka nol
 - g. Melakukan pengukuran dengan menekan tombol *current test* sampai *voltage* meter dan *current* meter menunjukkan angka yang stabil, lalu tekan tombol *hold* untuk mengunci angka *current* meter
 - h. Mencatat nilai *current* meter dan *voltage* meter yang ditunjukkan pada alat setelah tombol *hold* ditekan
 - i. Elektroda arus dipindahkan ke bentang yang lebih panjang sesuai jarak yang telah ditentukan

- j. Mengulangi tahap pengukuran dan pencatatan sampai pada bentang terjauh yang ditentukan
3. Pengolahan Data Lapangan
- Kedalaman pengukuran (a)

$$a (m) = \frac{C1C2}{2} \text{ atau } \frac{AB}{2}$$
 - Setengah jarak potensial (b)

$$b (m) = \frac{P1P2}{2} \text{ atau } \frac{MN}{2}$$
 - Hambatan jenis yang diukur (R)

$$R (\Omega) = \frac{\Delta V}{I}$$
 - Faktor geometri metode Schlumberger (K)

$$K = \frac{\pi(a2b2)}{2b}$$
 - Hambatan jenis semu (ρ_a)

$$\rho_a(\Omega m) = K. \Delta V/I$$
4. Penentuan Resistivitas. Menentukan resistivitas yang sebenarnya program yang digunakan adalah *IPI2WIN*. *IPI2WIN* adalah *software* untuk menganalisis data berdasarkan penyelidikan geolistrik 1D secara otomatis dan semi otomatis untuk mendapatkan error terkecil (Mohammad dan Yuliani, 2017) Hasil yang didapatkan adalah intepetasi data perhitungan secara geologi.
5. Melakukan Pengukuran kedalaman muka air pada sumur warga, yaitu: (a) mencatat titik koordinat dan elevasi permukaan tanah menggunakan GPS; (b) mengukur tinggi badan sumur menggunakan meteran; (c) mengukur permukaan air dengan tali dan pemberat (batu) atau meteran laser; dan (d) mengukur kedalaman dasar sumur dengan tali dan pemberat (batu) yang kemudian diukur panjangnya dengan meteran
6. Menentukan kondisi lapisan batuan dan letak akuifer

Penentuan indeks SVV

Berikut merupakan metode dan prosedur penentuan indeks (Hendrayana, 2011):

- Nilai ketebalan zona tidak jenuh air. Ketebalan zona

tidak jenuh air bergantung pada kedalaman akuifer, apabila akuifer berada pada kedalaman 2 meter maka nilai faktor ketebalan zona tidak jenuh air adalah 2.

- Nilai perkolasi atau *recharge*

Recharge = Curah hujan – Evapotranspirasi nyata – *Runoff*

Perhitungan nilai evapotranspirasi nyata dihitung dengan rumus:

$$E_{tr} = \frac{p}{\sqrt{0,9 + \frac{p^2}{(300 + 25T + 0,05T^3)^2}}}$$

Dimana: E_{tr} = Evapotranspirasi nyata (mm/tahun); P = Curah hujan rata-rata (mm/tahun); T = Temperatur ($^{\circ}C$)

Perhitungan nilai limpasan runoff dengan rumus:

$$R_o = \frac{1,511 \times p^{1,44}}{T^{1,34} \times A^{0,0613}}$$

Dimana: R_o = Runoff (cm/tahun); P = Curah hujan (cm/tahun); T = Suhu rata-rata tahunan ($^{\circ}C$); A = Luas area (km^2)

Nilai suhu rerata dengan rumus: $Thit = T_{diket} - ((\text{elevasi } T_{diket} \text{ diketahui} - \text{elevasi } Thitung) / 100 \times 0,5)$

Tabel 1. Nilai faktor perkolasi dalam metode SVV

Recharge rata-rata (mm/tahun)	Nilai perkolasi rata-rata
<50	14
50 – 100	10
100 – 200	8
200 – 300	6
300 – 400	5
400 – 500	4
500 – 600	3
>600	2
100 – 200	8

Sumber: Putra dalam Hendrayana (2011)

- Nilai jenis material lapisan di atas akuifer. Jenis material lapisan tidak jenuh air ditentukan oleh nilai *field capacity* dari tanah atau batuan lepas-lepas

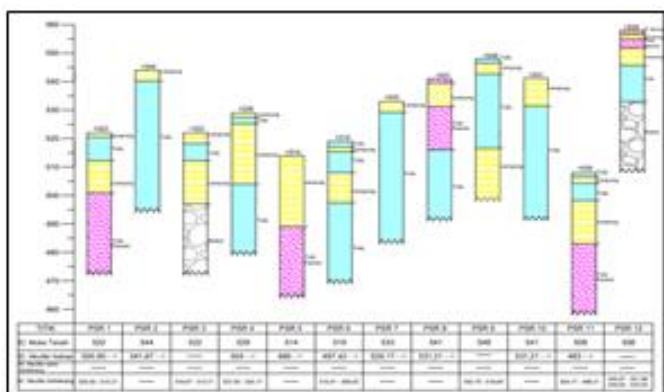
Tabel 2. Nilai faktor material pada zona tidak jenuh air dalam metode SVV (L)

Kelas tekstur batuan	Kode tekstur batuan	L
Pasir dengan kerikil – kerikil pasiran	Gs, SG	8
Pasir sedang	mS, mSgs	11
Pasir sedang-halus, pasir halus-sedang, pasir kasar-halus, pasir dengan sedikit lanau	mSfs, fSms, Su'	16
Pasir dengan tanah liat, pasir dengan sedikit lempung, pasir halus	Sl, St', fS	24
Pasir lanauan, pasir lempungan, lanau pasiran	Su, St, Us	29
Tanah liat pasiran, pasir lanauan dengan tanah liat, lanau pasiran dengan tanah liat	Ls, Sh, Uls	32
Tanah liat lanauan, lanau, lanau lempungan	Lu, Uu, Ut	36
Tanah liat lempungan, tanah liat pasiran lempungan	Lt, Lts	42
Lempung lanauan	Tu	49
Lempung dengan tanah liat	Tl	51
Lempung	Tt	56

Sumber: Putra dalam Hendrayana (2011)

Gambar 2 dapat dilihat bahwa jenis akuifer bebas terbaca pada setiap titik penyelidikan. Akuifer bebas terdalam berada pada titik PSR 11 dengan elevasi +483m dan elevasi muka tanah +508m. Sedangkan akuifer bebas tertinggi berada pada titik PSR 2 dengan elevasi +541,67m dan elevasi muka tanah +544m. Terdapat kemungkinan bahwa akuifer bebas yang ditemukan sebenarnya merupakan akuifer terkekang. Namun, hal ini tidak dapat terlihat karena penyelidikan yang dilakukan sebatas akuifer dangkal hingga 50 meter di bawah permukaan tanah saja. Akuifer terkekang berada pada titik PSR 1, PSR 3, PSR 4, PSR 6, PSR 9, PSR 11, dan PSR 12. Akuifer terkekang terdalam ditemukan pada titik PSR 11 dengan elevasi +504,17 sedangkan akuifer terkekang tertinggi ditemukan pada titik PSR 12 dengan elevasi +554,97m.

Penentuan indeks SVV



Sumber: data olahan

Gambar 3. Sebaran Titik Pengukuran Sumur dan Penyelidikan Geolistrik

Gambar 3 dan hasil pengukuran kedalaman muka air terlihat bahwa kedalaman muka air tanah di Desa Sumberpasir sangat bervariasi. Hasil pengukuran kedalaman muka air tanah terdangkal berada di S3 sedalam tujuh meter dengan elevasi +495 m dan muka air tanah terdalam berada di S6 sedalam 22 meter dengan elevasi +482 m. Titik PSR 5 memiliki dua sumur kontrol yaitu S2 dan S3 tetapi hanya dipilih S3 karena titiknya lebih dekat. Selain itu, titik PSR 2 juga memiliki dua sumur kontrol dan hanya dipilih satu sumur yaitu S7. Hal ini dikarenakan PSR 2 dan PSR 7 memiliki litologi batuan yang sama. Apabila dilihat dari hasil pengerjaan interpretasi litologi, muka air tanah pada titik PSR 1, PSR 8 dan PSR 11 berada pada lapisan tufa pasir. Titik PSR 2, PSR 3, PSR 4, PSR 6, PSR 7, PSR 9, PSR 10, dan PSR 12 memiliki muka air tanah pada lapisan tufa. Sedangkan muka air tanah pada titik PSR 5 berada pada lapisan lempung. Muka air tanah yang berada pada lapisan lempung tidak bersesuaian dengan kondisi batumannya karena lempung merupakan lapisan akuiklud.

Hal ini dapat terjadi karena adanya jarak antara PSR 5 dengan S3 sehingga terdapat perbedaan elevasi

muka tanah. Akan tetapi, kedalaman sumur S3 mencapai 10 meter yaitu pada elevasi +483 m yang mencapai litologi tufa pasir. Sehingga terdapat pendugaan bahwa ada kenaikan air tanah dangkal pada sumur gali yang berasal dari lapisan dibawahnya yaitu tufa pasir. Berdasarkan kedalaman muka air tanah dari pengukuran sumur dapat ditentukan nilai parameter ketebalan zona tidak jenuh air.

Tabel 4. Nilai Parameter Ketebalan Zona Tidak Jenuh Air (Z)

No	Titik Penyelidikan	Z
1	PSR 1	20
2	PSR 2	13
3	PSR 3	8
4	PSR 4	10
5	PSR 5	7
6	PSR 6	8
7	PSR 7	13
8	PSR 8	8
9	PSR 9	10
10	PSR 10	11
11	PSR 11	22
12	PSR 12	12

Sumber: data olahan

Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai parameter ketebalan zona tidak jenuh air (Z) sama dengan kedalaman muka air tanah sebenarnya. Ketebalan zona tidak jenuh air yang terdalam berada pada titik PSR 11 sedalam 22 meter dan ketebalan tertinggi berada pada titik PSR 5 sedalam 7 meter. Semakin tebal zona tidak jenuh air suatu titik maka semakin rendah tingkat kerentanan akuifernya. Apabila dilihat pada peta sebaran titik penyelidikannya, titik yang berdekatan cenderung memiliki ketebalan zona tidak jenuh air yang sama.

a. Nilai perkolasi atau recharge. Data curah hujan tahunan rata-rata yang dipakai berasal dari Stasiun Hujan Jabung tahun 2009 hingga 2020 dan didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur. Berikut merupakan langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan nilai perkolasi: $Thitung = T \text{ diketahui} - \frac{(elevasi T \text{ diketahui} - elevasi T \text{ hitung})}{100} \times 0,5 = 23,675 - \frac{(600 - 525)^\circ C}{100} \times 0,5 = 23,3^\circ C$ Nilai T diketahui merupakan suhu rata-rata pada tahun 2020 hasil pengamatan Stasiun Klimatologi Karangploso (BPS Kabupaten Malang, 2020) $Ro = \frac{1,511 \times p^{1,44}}{T^{1,34} \times A^{0,0613}} = \frac{1,511 \times 202,9^{1,44}}{23,3^{1,34} \times 302,724^{0,0613}} = 43,665 \text{ cm/tahun}$ Dimana: Nilai p merupakan curah hujan tahunan rata-rata hitung yaitu 202,9 cm/tahun Nilai A merupakan luas wilayah Desa Sumberpasir yaitu 302,724 Ha

$$ETr = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{(300+25T+0,05T^3)^2}}} = \frac{2029}{\sqrt{0,9 + \frac{2029^2}{(300+25(23,3)+0,05(23,3)^3)^2}} = 1236,33 \text{ mm/tahun}$$

Recharge = curah hujan – evapotranspirasi nyata – runoff = 2.029 – 1.236,33 – 436,65 = 356,436 mm/tahun

Berdasarkan hasil perhitungan yang diinterpretasikan terhadap nilai faktor perkolasi (Tabel 2) didapatkan bahwa parameter nilai faktor perkolasi rata-rata di lokasi penelitian adalah 5. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi hasil perhitungan perkolasi maka nilai faktor perkolasi semakin rendah dan kerentanan akuifer semakin tinggi.

- b. Nilai jenis material di atas lapisan akuifer. Setiap jenis material memiliki nilai faktor berbeda yang dapat diinterpretasikan terhadap tabel 1. Jenis material yang ada pada tabel disesuaikan dengan kondisi geologi di lokasi penelitian. Desa Sumberpasir memiliki jenis batuan Qvtm (Santosa and Surwati, 1992).

			Lempung	56	
			Tufa	42	
			lempung	56	
			lempung	56	
			tufa	42	49
			tufa	42	
			tufa pasiran	29	
			lempung	56	47
			lempung	56	
			tufa	42	
			lempung	56	47
			tufa	42	
			lempung	56	
			lempung	56	
			lempung	56	52,5
			lempung	56	
			tufa	42	
			tufa	42	
			lempung	56	
			tufa	42	49
			lempung	56	
			batu apung	8	
			Lempung	56	
			Tufa pasiran	29	37
			lempung	56	

Sumber: data olahan

Tabel 5. Nilai Jenis Material Lapisan di Atas Akuifer (La)

No	Kode	Lapisan		La
		Material	Nilai Faktor	
1	PSR 1	lempung	56	52,5
		lempung	56	
		tufa	42	
2	PSR 2	lempung	56	49
		lempung	56	
		lempung	56	
		tufa	42	
		tufa	42	
3	PSR 3	lempung	56	52,5
		tufa	42	
		lempung	56	
4	PSR 4	lempung	56	52,5
		lempung	56	
		tufa	42	
5	PSR 5	lempung	56	56
		lempung	56	
		lempung	56	
6	PSR 6	tufa	42	47

Tabel 5 terlihat bahwa perhitungan faktor jenis material di atas akuifer (La) merupakan rata-rata dari setiap nilai material. Desa Sumberpasir memiliki nilai La terendah sebesar 37 pada titik PSR 12, nilai La tertinggi sebesar 56 pada titik PSR 5, dan rata-rata nilai La sebesar 48,9. Lapisan di atas akuifer didominasi oleh material lempung yang tergolong rendah terhadap kerentanan akuifer. Sehingga hampir seluruh titik penyelidikan dengan top soil lempung memiliki nilai faktor La di atas 50.

Nilai indeks SVV

Nilai indeks hasil perhitungan dapat diklasifikasikan kerentanan akuifernya yang dapat dibagi menjadi lima kategori. Tabel 3 klasifikasi kerentanan akuifer dapat dilihat dari keefektifan perlindungan dari lapisan penutup akuifer, kerentanan air tanah intrinsik, dan waktu tempuh relatif zona tidak jenuh air.

Tabel 6. Hasil Nilai Indeks SVV

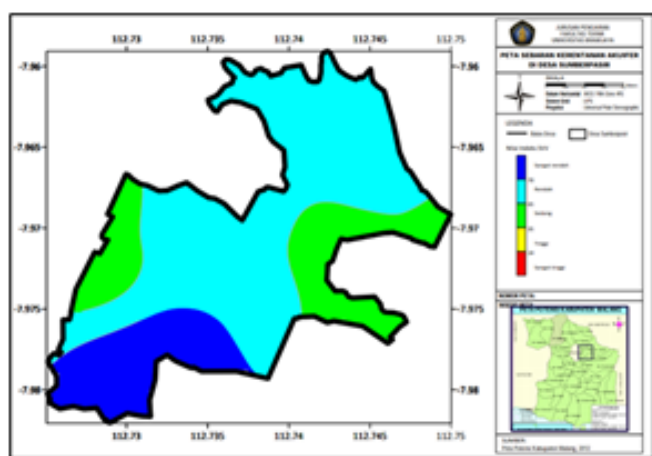
No	Kode	Nilai Z	Nilai Wu	Nilai La	Nilai indeks SVV	Kerentanan Akuifer
1	PSR 1	20	5	49,0	74,0	Sangat rendah
2	PSR 2	13	5	49,0	67,0	Rendah
3	PSR 3	8	5	52,5	65,5	Rendah
4	PSR 4	10	5	52,5	67,5	Rendah
5	PSR 5	7	5	56,0	68,0	Rendah
6	PSR 6	8	5	47,0	60,0	Sedang
7	PSR 7	13	5	49,0	67,0	Rendah
8	PSR 8	8	5	47,0	60,0	Sedang
9	PSR 9	10	5	47,0	62,0	Sedang
10	PSR 10	11	5	52,5	68,5	Rendah
11	PSR 11	22	5	49,0	76,0	Sangat rendah
12	PSR 12	12	5	37,3	54,3	Sedang

Sumber: data olahan

Tabel 6 dapat dilihat bahwa Desa Sumberpasir memiliki nilai indeks SVV terendah sebesar 54 di titik PSR 12 yang diinterpretasikan sebagai kerentanan akuifer sedang. Sedangkan nilai indeks SVV tertinggi sebesar 76 yang diinterpretasikan sebagai kerentanan akuifer sangat rendah dan terdapat pada titik PSR 11. Dapat dikatakan bahwa Desa Sumberpasir secara keseluruhan masih tergolong aman terhadap kerentanan akuifer. Akan tetapi juga diperlukan adanya upaya untuk selalu menjaga kondisi akuifer, khususnya pada lokasi yang memiliki tingkat kerentanan akuifer sedang.

Pemetaan kerentanan akuifer

Pemetaan kerentanan akuifer menunjukkan sebaran kerentanan akuifer pada lokasi penelitian. Tingkat kerentanan didapatkan berdasarkan interpretasi nilai indeks SVV. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat tiga tingkat kerentanan di Desa Sumberpasir, yaitu sangat rendah, rendah, dan sedang.



Sumber: data olahan

Gambar 4. Pemetaan Sebaran Kerentanan Akuifer di Desa Sumberpasir

Gambar 4 terlihat bahwa Desa Sumberpasir memiliki luas 319,70 Ha. Berdasarkan hasil pemetaannya, terlihat bahwa tingkatan kerentanan akuifer terbagi menjadi tiga. Wilayah sebaran tingkat kerentanan sangat rendah seluas 59,62 Ha (18,65%) dan digambarkan dengan warna biru. Wilayah sebaran dengan kerentanan tingkat rendah seluas 191,90 (60,03%) dan digambarkan dengan warna biru muda. Sebaran wilayah kerentanan tingkat sedang seluas 68,18 Ha (21,32%) dari luas total lokasi penelitian dan digambarkan dengan warna hijau. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sebagian besar Desa Sumberpasir memiliki tingkat kerentanan rendah dengan nilai indeks SVV antara 67,5 sampai 69,0.

SIMPULAN

Penelitian ini mengindikasikan adanya lima jenis material litologi batuan hasil interpretasi dari

penyelidikan geolistrik berdasarkan penyesuaian dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Lapisan dengan resistivitas terendah adalah lempung dengan nilai resistivitas 1 - 20 Ωm . Lapisan kedua merupakan tufa dengan nilai resistivitas 20 - 50 Ωm . Lapisan ketiga adalah tufa pasiran dengan nilai 50 Ωm - 150 Ωm . Lapisan ke empat adalah batu apung dengan nilai resistivitas 150 - 200. Lapisan kelima adalah breksi dengan nilai resistivitas di atas 200. Dari tiga parameter perhitungan SVV didapatkan nilai indeks SVV antara 54 yang diinterpretasikan memiliki kerentanan sedang hingga 76 yang diinterpretasikan memiliki kerentanan sangat rendah. Sehingga Desa Sumberpasir dinilai cenderung aman terhadap kerentanan akuifer. Berdasarkan nilai indeks SVV dapat digambarkan sebaran tingkat kerentanannya. Tingkat sangat rendah seluas 18,65% dari luas total Desa Sumberpasir, tingkat kerentanan rendah mendominasi dengan prosentase luas sebesar 60,03%, dan tingkat kerentanan sedang seluas 21,32%.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kabupaten Malang, 2020, Kabupaten Malang Dalam Angka (Malang Regency In Figures) 2020, *Badan Pusat Statistik Malang*, p. 191. Available at: <https://malangkab.bps.go.id/publication/2020/04/27/ea488f90917e5d821b211f40/kabupaten-malang-dalam-angka-2020.html>.
- Febriarta, E. and Vienastra, S. 2020, Penentuan Zona Kerentanan Airtanah Metode Simple Vertical Vulnerability di Pulau Yeben, *Jurnal Swarnabhumi: Jurnal Geografi dan Pembelajaran Geografi*, 5(2), 58. doi: 10.31851/swarnabhumi.v5i2.4431.
- Hendrayana, H. 2011, A Lecture Note Introduction to Groundwater Vulnerability (Pengantar Kerentanan Air Tanah), 1-43.
- Linggasari, S., Cahyadi, T. A. and Ernawati, R. 2019, Overview Metode Perhitungan Kerentanan Airtanah Terhadap Rencana Penambangan, *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XIV*, 2019(1451), 123-129.
- Mohammad, S. and Yuliani, E. 2017, Application of Ipi2win Program for Analysis of The Potential Zone of Groundwater In Malang City, 1-5. Available at: http://water.lecture.ub.ac.id/files/2012/07/3.APPLICATION_of_IPI2WIN_PROGRAM_FOR_ANALY.pdf.
- Putranto, T. T. 2019, Studi Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran Dengan Menggunakan Metode Drastic Pada Cekungan Airtanah (Cat) Karanganyar-Boyolali, *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 159. doi: 10.14710/jil.17.1.159-171.
- Santosa, S. and Surwati, T. 1992, *Geologi Lembar*

- Malang, Jawa. 1st edn. Edited by S. Gafoer et al. Bandung: Departemen Pertambangan dan Energi.
- Suprayitno, A. 2016, Kerentanan Airtanah di Daerah Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Supriyanto, H. 2015, Warga Pakis Kab.Malang Protes Limbah PT SNC, www.harianbhirawa.co.id. Available at: <https://www.harianbhirawa.co.id/warga-pakis-kab-malang-protos-limbah-pt-snc/> (Accessed: 21 April 2021).
- Usman, B. *et al.* 2017, Identifikasi Akuifer Air Tanah Kota Palopo Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger, *Jurnal Fisika FLUX*, 14(2), 65. doi: 10.20527/flux.v14i2.4091.
- Wicaksono, D. and Nurjani, E. 2013, Kajian Kerentanan Air Tanah Bebas terhadap Pencemaran di Kawasan Pesisir Parangtritis Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta, *Jurnal Bumi Indonesia*, 2(3), 37–46. Available at: <http://lib.geo.ugm.ac.id/ojs/index.php/jbi/article/view/195/191>.