

IDENTIFIKASI ZONA LEMAH DI AREA “X” KAB. BLORA

PT. Abhinaya Mappindo Bumitala
www.abhinaya-mb.com

ABSTRAK

Telah dilakukan survei deteksi menggunakan metode geolistrik untuk mengetahui struktur bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas medium (batuan) di area “X” Kab. Blora. Prinsip kerja dari metode geolistrik di dasarkan pada penjalaran arus listrik dalam bumi. Hasil dari pengukuran dari metode ini berupa nilai beda potensial listrik yang kemudian dihitung untuk mendapatkan nilai resistivitas (hambatan jenis). Nilai resistivitas, kemudian diinterpretasi untuk menentukan jenis medium batuan dan melakukan profiling bawah permukaan bumi berdasarkan perbedaan kontras nilai resistivitas medium di lapisan bawah permukaan. Dari hasil yang di dapatkan pada surveyi ini terdapat 3 (tiga) kategori kontras nilai resistivitas, yaitu kontras nilai resistivitas rendah ($\leq 3 \Omega m$), sedang ($3,1 - 28 \Omega m$), dan tinggi ($30 - >100 \Omega m$). Adapun keberadaan kontras nilai resistivitas rendah di area survei diinterpretasikan sebagai zona lemah dengan susunan batuan seperti batu lempung, napal, dan pasir. hal tersebut dapat berpotensi longsor / ambles mengingat keberadaan jalur rel kereta api yang berada di atasnya memberikan gaya tekan dan getaran yang menerus.

Kata Kunci: Geolistrik, Struktur bawah permukaan, zona lemah

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur di Indonesia. Pembangunan tersebut meliputi jaringan transportasi darat, jaringan transmisi listrik tegangan tinggi bawah permukaan tanah, jaringan transmisi air minum, jaringan pipa minyak & gas, jaringan transmisi fiber optic & telekomunikasi, dan saluran pembuangan air limbah bawah permukaan. Tentunya diperlukan upaya deteksi untuk mengetahui kondisi bawah permukaan bumi dan menginventarisasi asset yang ada di bawah permukaan (jaringan *existing*) sehingga proses pembangunan tidak terkendala. Deteksi bawah permukaan bumi menghasilkan informasi yang detail mengenai kondisi batuan, jenis batuan, ketebalan batuan dan struktur yang ada sebelum dilakukannya proses konstruksi.

Salah satu upaya yang dapat digunakan dalam deteksi bawah permukaan bumi yakni dengan kajian fisika kebumihan (geophysics). Geo-fisika merupakan salah satu disiplin ilmu yang mempelajari tentang bumi menggunakan kaidah atau prinsip fisika. Kajian geofisika meliputi pengukuran yang di lakukan di atas permukaan bumi untuk mendapatkan gambaran kondisi bawah permukaan bumi dengan parameter fisis yang dimiliki oleh material/medium/batuan di dalam bumi. Salah satu metode dalam disiplin ilmu geofisika adalah metode geolistrik tahanan jenis (resistivity). Metode geolistrik tahanan jenis merupakan suatu metode pengujian yang bersifat tidak merusak lingkungan (NDT), biaya relatif murah dan mampu mendeteksi lapisan lapisan tanah sampai kedalaman beberapa meter di bawah permukaan tanah. Oleh karena itu, pada survey ini menggunakan metode geolistrik tahanan jenis guna mendapatkan informasi nilai tahanan jenis (resistivitas) dari batuan yang ada di bawah permukaan bumi sehingga dapat mengetahui dan memetakan formasi bawah permukaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. GEOLISTRIK TAHANAN JENIS

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya dipermukaan bumi. Secara umum, metode ini memanfaatkan penjalaran arus listrik dan diperoleh nilai beda potensial sehingga dapat diketahui perbedaan nilai resistivitas batuan di bawah permukaan. Metode geolistrik populer digunakan untuk penyelidikan air tanah, mencari lokasi patahan, eksplorasi mineral dalam tanah dan arkeologi serta dapat digunakan untuk mengetahui

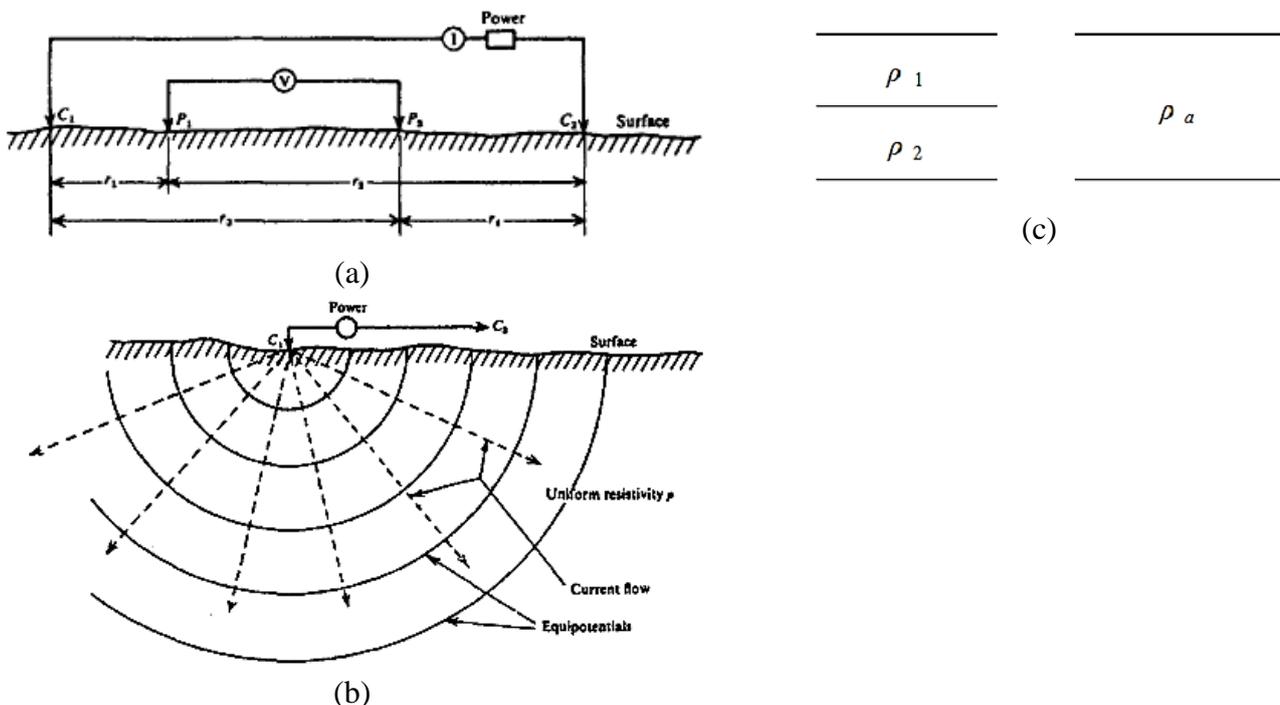
potensi terjadinya gerakan tanah atau tanah longsor . Pendugaan geolistrik didasarkan pada kenyataan bahwa material yang berbeda akan mempunyai nilai resistivitas yang berbeda apabila dialiri arus listrik.

Resistivitas merupakan salah satu sifat fisis yang dimiliki batuan, yaitu kemampuan untuk dilewati arus listrik. Sifat hambatan (resistansi) merupakan lawan dari sifat penghantar (konduktifitas), maka apabila batuan makin sukar dilewati oleh arus listrik maka nilai resistivitas batuan tersebut besar dan memiliki nilai konduktifitas yang rendah. Pada metode ini, pengukuran nilai resistivitas dilakukan dengan metode aktif yakni dengan mengalirkan arus listrik ke dalam bumi melalui dua elektroda arus, yang kemudian akan di dapatkan nilai beda potensial menggunakan dua elektroda potensial. Selanjutnya hasil akuisisi data yang berupa data mentah digunakan untuk menghitung nilai resistivitas sehingga dari nilai tersebut dapat menunjukkan medium dari penyusun struktur bawah permukaan. Adapun nilai resistivitas di berbagai medium dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar nilai resistivitas batuan (Telford *et al.*, 1990)

Jenis Batuan	Rentang Resistivitas (Ωm)
Andesit	$4,5 \times 10^4$ (Basah) ; $1,7 \times 10^2$ (Kering)
Diabas	$20 - 5 \times 10^7$
Tuff	2×10^3 (Basah) – 10^5 (Kering)
Batu Pasir	$1 - 6,4 \times 10^8$
Batu Gamping	$50 - 10^7$
Batu Lempung	$1 - 100$
Napal	$3 - 70$

Prinsip dari metode geolistrik tahanan jenis, tentunya memerlukan pendekatan guna mempermudah dalam menjelaskan prinsip penjalaran arus listrik di dalam bumi. Adapun pendekatan sederhana dalam mempelajari aliran arus listrik di dalam bumi adalah dengan menganggap bumi sebagai medium homogen isotropis (tahanan jenis semu). Homogen isotropis merupakan anggapan bahwa bumi memiliki satu lapisan batuan dengan nilai resistivitas yang sama. Medium berlapis yang ditinjau terdiri dari dua lapis yang berbeda resistivitasnya (ρ_1 dan ρ_2) dianggap sebagai medium satu lapis homogen yang mempunyai satu harga resistivitas, yaitu resistivitas semu ρ_a (Loke, 2001). Sehingga untuk mendapatkan nilai resistivitas (tahanan jenis) sebenarnya dapat dilakukan dengan membuat model dan diturunkan hubungan antara resistivitas semu dan resistivitas sebenarnya atau dapat juga disebut dengan metode inversi.

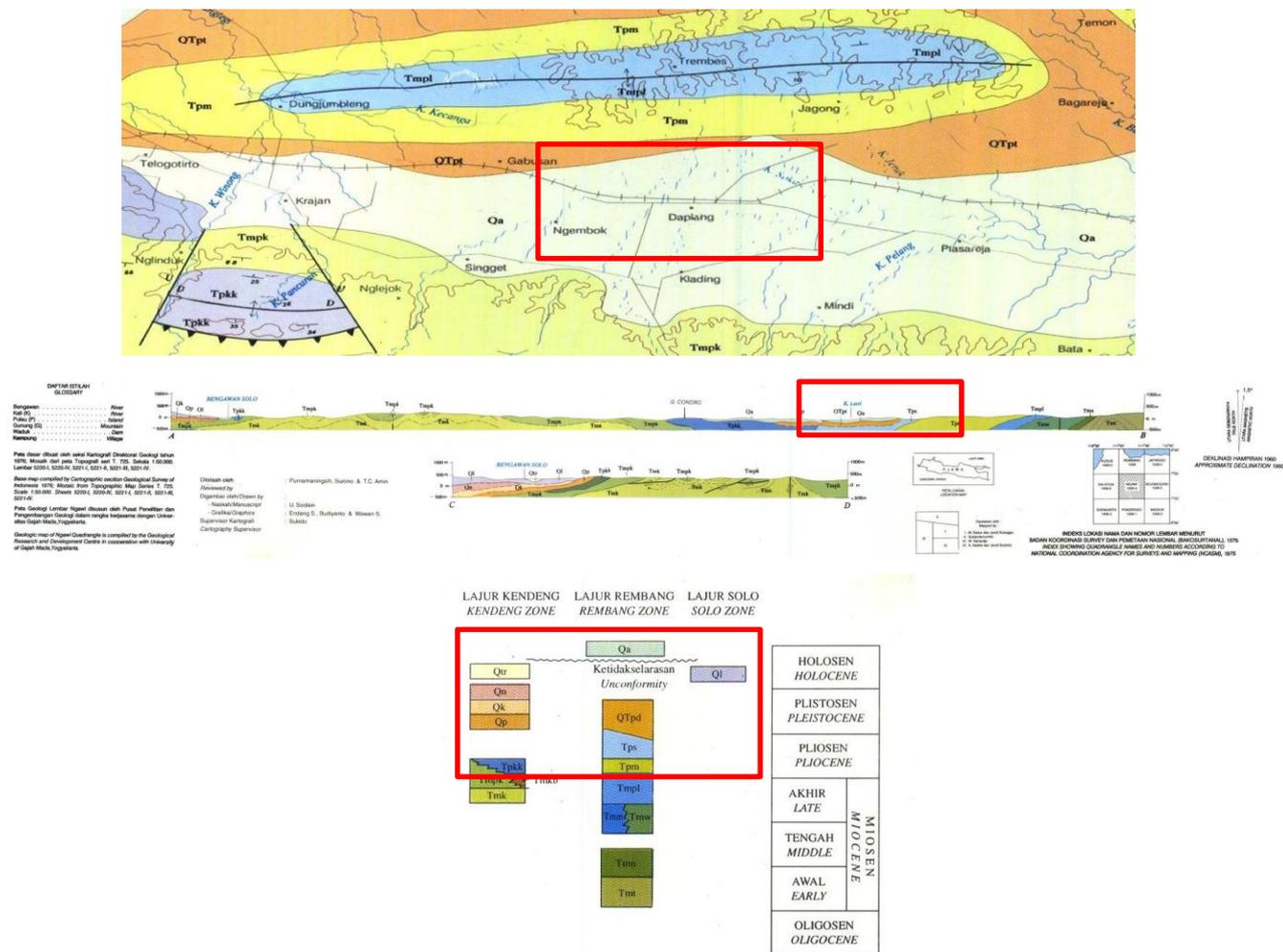


Gambar 1. (a) Ilustrasi posisi elektroda arus listrik dan potensial dan (b) ilustrasi aliran arus pada medium yang homogen, dan (c). Tahanan Jenis Semu (Telford *et al.*, 1990)

2. ZONA LEMAH

Zona lemah merupakan suatu bagian atau zona dimana suatu area tanah / batuan memiliki sifat mekanika tanah lebih rendah dibandingkan dengan masa batuan di sekitarnya. Zona lemah dapat juga diartikan sebagai lapisan bawah permukaan tanah merupakan lapisan bawah permukaan tanah yang terdiri dari material – material yang memiliki tingkat kerentanan yang tinggi. Material yang dimaksudkan antara lain tanah liat basah, tanah liat kering, pasir kering, air dan rongga udara bawah permukaan tanah. zona lemah dapat berupa zona sesar, zona geser, lapisan atau material yang lemah.

3. GEOLOGI REGIONAL AREA SURVEY



Gambar 3. Peta Geologi Lokal, Sayatan Melintang dan satuan waktu formasi Batuan (Datun *et al.*, 1996)

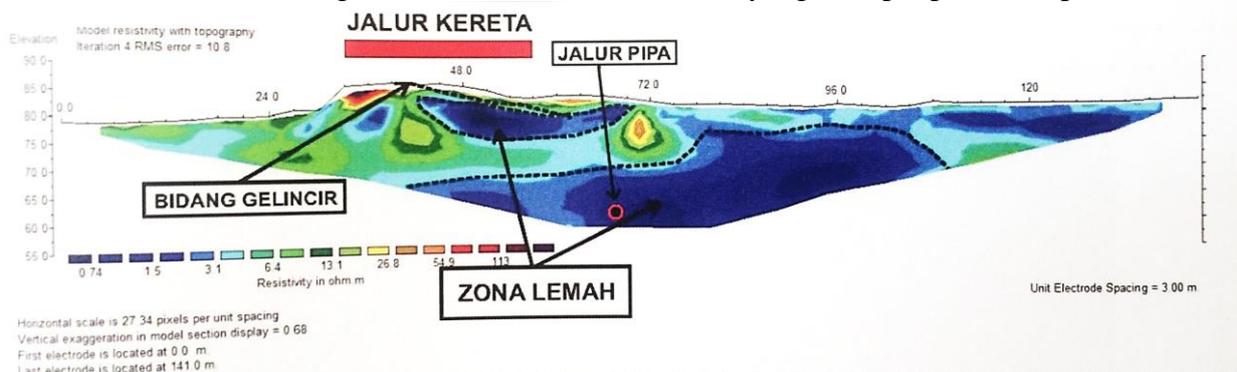
Daerah survey termasuk dalam peta geologi lembar Ngawi, Jawa skala 1 : 100.000. **Gambar 3.** menunjukkan peta geologi lembar Ngawi, Jawa beserta dengan area survey. Lokasi penelitian merupakan daerah yang termasuk ke dalam satuan morfologi dataran, jenis batuan/litologi daerah ini berupa batuan sedimen dan sedikit batuan gunungapi/vulkanik. Berdasarkan satuan litologi yang mengacu dari peta geologi lokal, maka pada daerah survey dibagi menjadi beberapa satuan litologi yang termasuk ke dalam Formasi Pucangan – Q_p yang terdiri dari batuan breksi, batupasir gunungapi dan batulempung; Formasi Tambakromo - Q_{Tpt} yang terdiri dari batu lempung, napal dan butu gamping, dan Endapan Alluvium - Q_a (Datun, *et al.*, 1996). Adapun informasi yang diperoleh yakni area survey merupakan daerah yang tersusun dari batu lempung, napal dan batu gamping. Sedangkan satuan batuan yang termuda ialah endapan alluvium terutama endapan sungai berupa pasir, lempung, lanau, batupasir, dan kerikil yang dapat dijumpai di sepanjang area survey.

III.METODE

Akuisisi data dilakukan dengan pengukuran langsung menggunakan *resistivity* meter jenis *Automatic Resistivity System* (ARES) di Area “X”, Kab. Blora, Jawa Tengah. Pengukuran ini dilakukan pada 3 (tiga) lintasa secara mapping. Resistivity mapping dimaksudkan untuk mengetahui dan menentukan sebaran lapisan tanah (profiling) berdasarkan kontras nilai resistivitas suatu material yang teraliri oleh arus yang di injeksikan oleh resistivity meter. Adapun tahapan yang terkait dengan akuisisi data antara lain dengan visual serta kajian informasi keadaan geologi di daerah tersebut dari peta geologi lembar Ngawi, Jawa. Selanjutnya yakni tahap interpretasi dan pemodelan (inversi) dengan menggunakan *software Res2DInv*.

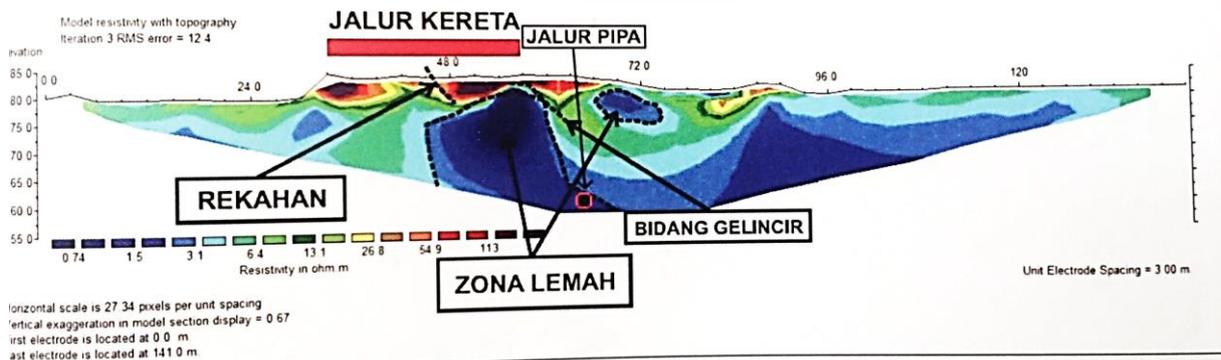
IV.HASIL

Pada survei ini dilakukan pengambilan data pada 3 (tiga) lintasan yang memotong (*crossing*) terhadap jalur perlintasan Kereta Api, hal tersebut dilakukan untuk mengetahui striktur bawah permukaan serta secara khusus untuk mengetahui keberadaan zona lemah yang terdapat pada area penelitian.



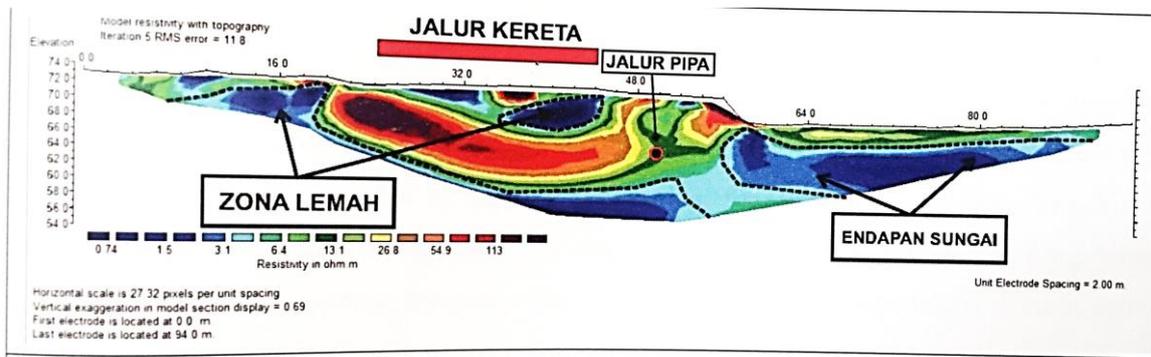
Gambar 4. Hasil Deteksi Pada Lintasan 1

Hasil analisis pada penampang Lintasan 1 (Gambar 4.) dengan panjang bentangan 141 meter, di dapatkan informasi bahwa pada jarak 30 – 32 m terdapat nilai kontras resistivitas yang tinggi 30 – 100 Ω m pada kedalaman 0 – 2,5 m, serta pada jarak 45 – 69 m terdapat kontras nilai resistivitas yang rendah yakni 0,74 – 1 Ω m pada kedalaman 3 – 8 m. Posisi tersebut tepat berada di bawah Rel kereta Api.



Gambar 5. Hasil Deteksi Pada Lintasan 2

Hasil analisis pada penampang Lintasan 2 (Gambar 5.) dengan panjang bentangan 141 meter, di dapatkan informasi bahwa pada jarak 32 – 57 m terdapat kontras nilai resistivitas yang tinggi yakni $\geq 100 \Omega$ m pada kedalaman 0 - 4 meter, serta pada jarak 48 meter terdapat kontras nilai resistivitas yang rendah yakni 1,5 – 3,1 Ω m pada kedalaman 3 - 20 meter. Posisi tersebut tepat berada di bawah Rel kereta Api.



Gambar 6. Hasil Deteksi Pada Lintasan 3

Hasil analisis pada penampang Lintasan 3 (**Gambar 6.**) dengan panjang bentangan 94 meter, di dapatkan informasi bahwa pada jarak 20 m terdapat kontras nilai resistivitas yang tinggi yakni $\geq 100 \Omega\text{m}$ pada kedalaman 0 - 8 m, serta pada jarak 16 - 48 m dan jarak 60 - 80 m terdapat kontras nilai resistivitas yang rendah yakni $0,9 - 3,4 \Omega\text{m}$ pada kedalaman 4 - 10 meter, Posisi tersebut tepat berada di bawah Rel kereta Api.

V. PEMBAHASAN

Analisa dari penampang 3 (tiga) lintasan tersebut memberikan informasi bahwa didapatkan 3 kategori nilai kontras resistivitas yakni rendah ($\leq 3 \Omega\text{m}$), sedang ($3,1 - 28 \Omega\text{m}$), dan tinggi ($30 - >100 \Omega\text{m}$). Keberadaan nilai kontras resistivitas rendah merupakan keadaan dimana suatu medium/material/batuan memiliki nilai resistivitas yang rendah atau dapat dikatakan sebagai penghantar arus listrik yang baik dibandingkan dengan nilai resistivitas yang tinggi. Adapun beberapa hal yang dapat menyebabkan nilai kontras resistivitas rendah diantaranya adalah jenis medium, porositas suatu medium, unsur mineral yang terkandung dalam suatu medium, kandungan air, ph air dan permeabilitas.

Dari hasil survey diperoleh informasi bahwa keadaan geologi regional merupakan daerah dengan jenis endapan alluvial. Endapan alluvial tentunya memiliki porositas yang tinggi dibandingkan dengan jenis medium lainnya. Sehingga medium jenis ini mudah terlepas / terurai. Adanya pembebanan dan getaran dari atas permukaan yang ditimbulkan oleh aktivitas kereta api dapat mempengaruhi material bawah permukaan (endapan aluvial) menjadi lebih mudah terlepas.

Pengukuran dari ketiga lintasan geolistrik berupa nilai resistivitas bawah permukaan dan keadaan geologi regional dapat dikorelasikan menjadi informasi yang terintegrasi, bahwa keadaan bawah permukaan di area tersebut terdapat adanya zona lemah dengan kontras nilai resistivitas $0,74 - 3,1 \Omega\text{m}$ yang kemudian diinterpretasikan sebagai batuan sedimen. Batuan sedimen tersebut tersusun oleh lempung dan pasir. Keberadaan zona lemah dapat berpotensi mempengaruhi posisi, letak struktur suatu benda di atasnya.

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di Area "X" Kab. Blora, dapat ditarik kesimpulan bahwa;

1. Hasil analisa dan interpretasi data geolistrik tahanan jenis pada ke-3 lintasan diperoleh 3 kategori kontras nilai resistivitas yakni kategori rendah ($0,74 - 3,1 \Omega\text{m}$) diinterpretasikan sebagai satuan batuan lempung-pasiran, kategori sedang ($3,6 - 28 \Omega\text{m}$) diinterpretasikan sebagai lempung, breksi dan kategori tinggi ($30 - \geq 113 \Omega\text{m}$) diinterpretasikan sebagai batu gamping, tanah perkerasan - batuan keras.
2. Posisi keberadaan zona lemah pada Lintasan 1 (**Gambar 4.**) berada pada jarak 45 - 69 meter dengan kedalaman 3 - 8 m, pada Lintasan 2 (**Gambar 5.**) berada di jarak 45 meter dengan kedalaman 3 - 20 meter dan Lintasan 3 (**Gambar 6.**) 16 - 48 m dan jarak 60 - 80 m dengan kedalaman 4 - 10 meter.
3. Keberadaan zona lemah di area tersebut berasosiasi dengan adanya rekahan dan endapan alluvium (lempung-pasiran). Endapan alluvium merupakan hasil dari proses sedimentasi yang terbentuk di daerah aliran sungai serta akibat getaran dan beban dari permukaan yang terus menerus.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Datun, M., Sukandarrumidi, B. Hermanto & N. Suwarna, 1996, Peta Geologi Lembar Ngawi, Jawa Skala 1:100.000 2nd.Edition. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung.
- Loke, M.H. 2001. *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies A Practical guide to 2D and 3D surveys*.
- Telford, W.M., L.P. Geldart, & R.E. Sheriff,. 1990. *Applied Geophysics 2nd Edition*. Cambride: Cambridge University Press.



PT. Abhinaya Mappindo Bumitala

Ruko Villa Pekayon B3/47

Jl. Ketapang Raya

Pekayon, Bekasi Selatan

Jawa Barat, 17148

Phone (021) 82755814

www.abhinaya-mb.com