

## PEMANFAATAN GEOLISTRIK UNTUK IDENTIFIKASI BENDA TERDUGA ARTEFAK DI DESA PEKAUMAN, KABUPATEN BONDOWOSO

Reza Hudiyanto<sup>a</sup>, Ismail Lutfi<sup>b</sup>

*r.reza,,fis@um.ac.id*

<sup>a</sup>Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5 Malang, 65111, Indonesia.

<sup>b</sup>Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5 Malang, 65111, Indonesia.

### ARTICLE INFO

Received: 22<sup>th</sup> June 2022

Revised: 23<sup>th</sup> June 2022

Accepted: 28<sup>th</sup> June 2022

Published: 30<sup>th</sup> June 2022

### Permalink/DOI

10.17977/um020v13i22019p

Copyright © 2021.

Sejarah dan Budaya

Email: [jsb.journal@um.ac.id](mailto:jsb.journal@um.ac.id)

Print ISSN: 1979-9993

Online ISSN: 2503-1147

### ABSTRACT

*Problem the oftenly rises is when an artefacts remain buried and unintentionally unearth thereafter by any activities which unrelated to cultural preservation. In order to keep the artefact from the treath of changing land used, such as when company expanded their land. This study tried to discuss the use of geoelectrical methods in assuming the position of artefak particularly artificial stone laid beneath land surface nearby Megalitic Garden of Pekauman. The geoelectric method is a way to obtain the image of the subsurface structure by using of different resistivity on each material. Through this method, we can depicted material composition such as clay, water, gravel and andesite. This shows that the geoelectric method could provide a based to determine average position of any artefak under the surface. The results of the research indicate that from four test area in the Plywood Industry complex development area in Bondowoso, we detected a figure of cuboid shape stone lied 4 meter under surface. Therefore it can be concluded that this method proved effective in determine position of suspected artefak before doing excavation. In it will help archeolog in searching the right position of unearthen artefak.*

### KEYWORDS

geoelectric; identification; artefac; Bondowoso.

### ABSTRAK

Permasalahan yang sering muncul adalah adanya artefak yang berada di bawah permukaan tanah dan baru diketahui secara tidak sengaja setelah adanya aktivitas penggalian. Oleh karena itu diperlukan cara untuk mengetahui potensi budaya yang masih terpendam di bawah permukaan tanah. Kajian ini bertujuan untuk membahas pemanfaatan geolistrik dalam memprediksi keberadaan artefak yang diperkirakan berada di bawah permukaan tanah di sekitar Taman Megalitik Pekauman. Metode geolistrik adalah suatu cara untuk memperoleh gambaran struktur bawah permukaan tanah melalui pemanfaatan perbedaan sifat resistivitas suatu material. Metode ini bertujuan untuk mendapatkan citra bawah permukaan tanah yang menggambarkan lapisan tanah liat, air, kerikil dan batu andesit. Metode geolistrik mampu memberikan dasar asumsi posisi koordinat dugaan benda artefak di dalam tanah. Hasil dari penelitian dengan ini menunjukkan bahwa dari tiga lintasan uji geolistrik di kawasan pengembangan kompleks Industri Plywood di Bondowoso ini, ditemukan satu batu berbentuk kubus di kedalaman 4 meter. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa metode ini juga memudahkan penentuan titik bidang ekskavasi di lahan terduga terdapat artefak. Di masa yang akan datang geolistrik akan mempermudah penentuan titik galian ekskavasi.

### KATA KUNCI

geoelectric; identifikasi; artefak; Bondowoso.

## **PENDAHULUAN**

Tradisi Megalitik adalah salah satu bagian dari kebiasaan manusia membuat peralatan hidup baik untuk kepentingan ritual maupun keduniawian yang berasal dari batu dan berbentuk benda dengan ukuran dimensi besar (Prasetyo, 2015). Tradisi megalitik memiliki kekhasan masing-masing di setiap daerah bergantung pada kondisi lingkungan. Peninggalan kebudayaan megalitik merupakan bentuk manifestasi dari sistem sosial-budaya pada masa lampau. Untuk kawasan Jember, Situbondo dan Bondowoso tradisi ini diprediksi hidup di periode sekitar abad 6 hingga 11 Masehi (Prasetyo, 2015). Terungkapnya potensi budaya di Bondowoso diperkirakan terjadi sejaman dengan pembukaan Bondowoso untuk lahan perkebunan kopi di tahun 1863. Pada saat itu George Bernie melakukan pembukaan perkebunan secara besar-besaran di wilayah Situbondo, Bondowoso dan Lumajang. Mulai saat itu kawasan mulai terbuka (Broersma, 1913).

Menurut Perry (1918), berbagai temuan batu-batu besar dalam berbagai bentuk dan konfigurasi itu merupakan bukti adanya sistem stratifikasi sosial yaitu profesi pendeta (priesthood); sistem organisasi masyarakat yaitu irigasi; sistem kepercayaan religi yang ditandai bentuk roh penjaga dan sistem penanggalan yang ditandai dengan adanya representasi dewa matahari. Arus migrasi bahkan juga bisa dibuktikan dari adanya kesamaan pola batu yang terdapat pada dua daerah yang berbeda (Perry, 1918). Batu menjadi media ritual sekaligus inti dari tradisi sosial. Seringkali batu berpola itu digunakan sebagai pusat ritual tarian maupun pengorbanan hewan sebagai penebusan dosa sehingga hewan yang dikorbankan itu bisa menyelamatkan pengorban dari "hukuman setelah mati". Susunan batu megalitik seringkali juga difungsikan sebagai pusat ritual mengundang kesuburan (Heekeren 1958). Penelitian dari Suprpta (1987), menunjukkan bahwa konfigurasi, dimensi, dan bentuk batu kenong di situs Pekauman memberikan asumsi tentang benda-benda megalitik itu selain memiliki fungsi ritual juga sebagai bagian dari konstruksi bangunan. Hal itu dikutkan dari data lapangan yang menunjukkan posisi batu kenong yang berdekatan dengan pandusa, dan batu monolith lainnya (Suprpta, 1987).

Lingkup penelitian ini adalah wilayah Desa Pekauman, Kecamatan Grujukan Kabupaten Bondowoso. Pemilihan ini dilatarbelakangi oleh adanya rencana perluasan lahan industri PT Sinar Indah di dekat Situs Pekauman. Di samping situs Grujukan, temuan situs juga banyak terdapat di Tlogosari dan Glingseran. Di situs Glingseran terdapat 46 artefak tersisa, dalam bentuk dolmen, sarkofagus dan batu lumbung. Adapun menurut data Dinas Kebudayaan Kabupaten Bondowoso jumlah keseluruhan artefak di Kabupaten Bondowoso adalah 721 buah. Keberadaan situs megalitik di Glingseran mulai terjaga setelah diadakannya kegiatan sosialisasi oleh Mahasiswa Sejarah Universitas Negeri Jember (Setiaputra, 2005). Di samping sebagai warisan kekayaan budaya, benda-benda Megalitik lain di Bondowoso yang terdapat di Desa Tlogosari terbukti dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar dan karya wisata. Amrullah (2104) menunjukkan berbagai temuan artefak berupa Batu lumpang, Pandhusa, Batu umpak, Batu kenong dan Menhir dapat dijadikan sebagai objek karya wisata. Kegiatan ini sangat relevan dengan Kompetensi Dasar pembelajaran dari Sekolah Dasar hingga Sekolah Menengah Atas, yaitu mengenali sejarah di daerahnya, dan mengetahui kehidupan masyarakat Indonesia sejak era Pra-Aksara (Riyansyah, 2014). Benda-benda yang diperkirakan menjadi media pemujaan arwah leluhur

itu berupa menhir, dan pandusa. Sementara itu batu yang berfungsi sebagai penopang struktur bangunan adalah batu umpak dan batu kenong.

Menurut Suprpta (1987), Kecamatan yang memiliki arti khusus dalam kajian megalitik di Jawa adalah Pekauman. Pekauman adalah pusat temuan artefak (benda benda yang dapat memberikan informasi tentang kehidupan masa lalu) peninggalan kebudayaan megalitik yang paling penting dan kaya barang unik yang sangat beragam. Benda benda itu ditemukan oleh sebuah titik di jalan dari Jember ke Bondowoso. Di kawasan itu ditemukan beberapa makam sarkofagus, dolmen dan semi-dolmen. Selain itu, benda benda lain yang ditemukan adalah sebuah patung batu besar yang berfungsi sebagai pemujaan leluhur, dan sejumlah batu silinder tegak dengan tinggi 1,5 meter, dengan dua setengah tonjolan bola di atas. Penduduk menyebut batu-batu ini batu kenong. Batu kenong ini selalu ditemukan teratur dalam bentuk persegi panjang kecuali jika penduduk telah membuangnya. Mungkin mereka menggunakan batu-batu itu sebagai bagian dari fondasi bangunan, rumah yang terbuat dari bambu (Hidayat, 2007).

Dari total 94 temuan yang terdaftar berada di desa Pekauman, pertama dari dua makam mirip dolmen yang digali. Oleh penduduk setempat benda serupa dolmen itu disebut pandhusa atau makam Cina. Makam itu memiliki lantai persegi dari lempengan batu dan dinding yang terbuat dari tegak besar. Terdapat batu, beberapa di antaranya menunjukkan tonjolan. Itu ditutupi oleh besar monolit dalam bentuk topi. Sebelum penggalian hanya bagian atas batu tugu tunggal ini yang terlihat. Pintu masuk makam ada di sisi timur. Di depan pintu masuk, terdapat jalur awal yang ditembus melalui dua dinding batu-batu sungai, berjajar di bagian dalam dengan lempengan batu. Keterangan bahwa situs itu adalah makan megalit yang digali dibuktikan dengan adanya sisa-sisa tulang manusia (Heekeren, 1958).

Praktek penguburan dalam hal ini makam pasti telah berlanjut hingga abad kesembilan. Di tempat itu juga ditemukan tembikar porselen Cina yang berasal dari abad kesembilan. Penggalian lebih lanjut mengungkapkan beberapa tengkorak manusia, gigi dan gigi dari beberapa jenis ternak lokal bertanduk; Temuan lain berupa tali, dan manik-manik dari kaca dan gerabah, spesimen terbaik yang dilubangi dari kedua sisi. Di luar makam sebuah pahat besi digali. Di lingkungan sekitar juga banyak ditemukan beberapa kelompok batu -batu kenong oleh penduduk. Salah satu dari kelompok ini digali, menghasilkan banyak potongan keramik ukuran kecil, manik-manik kaca dan gerabah, gelang besi kecil dan lima pemukul kulit. Tidak diragukan lagi, kelompok-kelompok batu corbels ini adalah bagian dari semacam struktur bangunan tetapi tidak ada indikasi apa pun tentang bentuk pastinya. Tidak jauh dari tempat tersebut terdapat gambar megalitik yang berada dalam kondisi rusak dan mungkin berfungsi sebagai media pemujaan leluhur. Benda itu telah diperbaiki dan didirikan kembali. Tampaknya tidak mungkin untuk merekonstruksi bejana dari berbagai pecahan pecahan kecil yang tersebar. Namun, dari beberapa temuan berupa piring dan bejana kecil tersebut dapat disimpulkan adanya peralatan makanan dan pembakar dupa yang telah digunakan oleh masyarakat pada waktu itu. Di samping Pekauman, sebenarnya masih terdapat lokasi temuan lain sebagaimana yang ditemukan di Desa Wringin, Maesan, Tlogosari dan Pekauman (Hidayat, 2007).

Berbagai temuan ini mengindikasikan adanya sebuah kehidupan masyarakat dalam komunitas kecil, telah mengenal system bercocok tanam, dan ritual berupa pemujaan

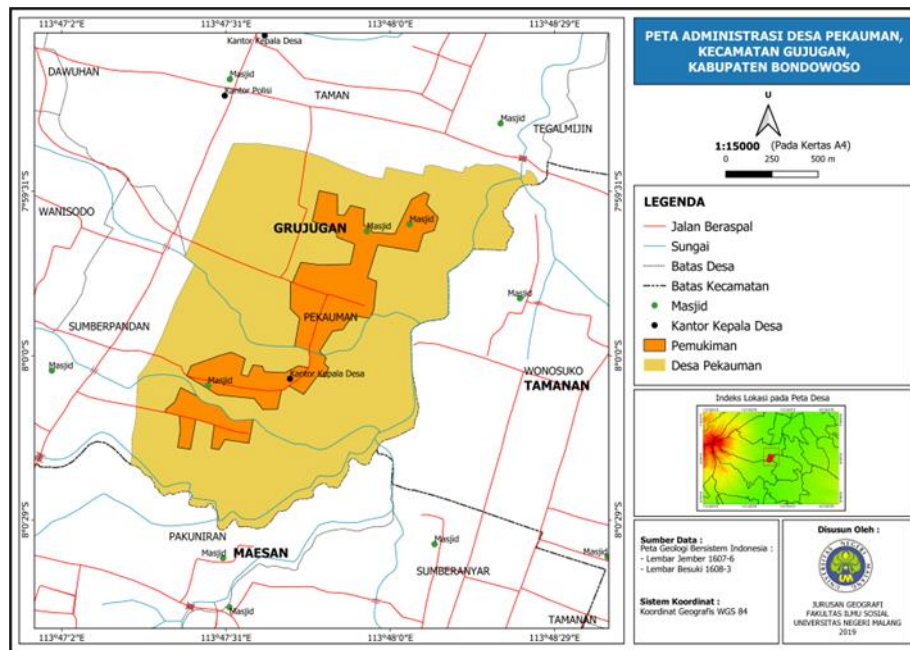
terhadap arwah leluhur. Akan tetapi, jika melihat dari tingkat teknologi dari bahan dasar benda benda temuan tersebut, terlihat belum ada interaksi intens antara masyarakat di wilayah ini dengan daerah lain. Akan tetapi menurut Suprpta (1987), masyarakat sudah mengenal teknologi dasar struktur bangunan semi permanen dengan penemuan batu kenong. Batu kenong diduga berfungsi sebagai dasar penyangga struktur bangunan.



**Gambar 1.** Kubur Batu dan Arca Mirip Manusia di Desa Pekauman  
(sumber: *heekeren, H.R, 1958*)

Desa Pekauman merupakan desa yang memiliki jumlah temuan artefak yang paling banyak di Kabupaten Bondowoso. Di desa tersebut ditemukan beberapa bentuk benda cagar budaya peninggalan kebudayaan Megalitik antara lain, batu kenong, menhir, dolmen, punden berundak, sarkofagus, dan arca dalam berbagai ukuran (lihat gambar 1). Sebagian benda cagar budaya telah diamankan dan ditampilkan di Taman Megalitik Pekauman, namun sebagian diduga masih terkubur di dalam tanah. Berapa batu serupa menhir dan batu dakon juga ditemukan dan dipajang oleh penduduk desa setempat, yang berada di sebelah Timur Taman Megalitik tersebut.

Akan tetapi permasalahan baru muncul ketika terjadi perubahan baru di wilayah tersebut. Di sebelah Barat Taman Megalitik Pekauman, berdiri sebuah pabrik Plywood PT Sinar Indah, yang termasuk kategori industri besar. Pabrik pengolahan plywood ini mempekerjakan banyak karyawan dari penduduk di wilayah Kabupaten Bondowoso. Ini alasan yang membuat keberadaan pabrik itu sangat penting bagi peningkatan ekonomi Kabupaten Bondowoso. Seiring bertambahnya kebutuhan ruang parkir, pengolahan dan gudang, industri ini akan memperluas kawasannya hingga mendekati Taman Megalitik Pekauman. Rencana pabrik ini mulai menuai banyak kritik dan kekhawatiran baik dari masyarakat maupun komunitas pemerhati cagar budaya. Mereka mengkhawatirkan bahwa proyek perluasan ini akan menghancurkan benda-benda peninggalan kebudayaan megalitik yang diperkirakan masih terpendam di dalam tanah. Untuk itu, maka dilakukanlah penelitian identifikasi struktur batuan di bawah tanah untuk memberikan informasi awal bahwa di lahan tersebut tidak terdapat benda terduga cagar budaya. Jika memang ditemukan indikasi citra bentuk yang mirip benda cagar budaya, maka akan dilakukan tindakan yang lebih berhati hati pada titik tersebut.



**Gambar 2.** Peta Administrasi Desa Pekauman  
(sumber: *jurusan geografi, 2019*)

Metode geolistrik ini sudah pernah dilakukan di Jurusan Geografi dan Fisika antara lain oleh Uci Karisma (Karisma, 2013). Dalam kajian fisika tersebut, Karisma memanfaatkan resistivitas batuan dan mineral. Dalam metode ini, arus listrik dimasukkan ke dalam batuan. Penggunaan metode ini berdasar pada perbedaan tingkat daya hantar listrik pada setiap jenis bebatuan. Jenis batu beku, sedimen dan metamorf memiliki data hantar listrik yang berbeda-beda karena perbedaan variasi senyawa mineral. Citra dibentuk dari perbedaan resistivitas (tingkat daya hantar arus listrik). Setiap batuan memiliki nilai resistivitas yang berbeda, sehingga jika dianalisis dari perbedaan dan persamaan hasil nilai rentang resistivitas, maka dengan analisis angka akan terbentuk citra bebatuan di bawah permukaan tanah. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa aplikasi metode geolistrik resistivitas dengan pencitraan 3D mampu menginterpretasikan resistivitas bawah permukaan secara 3D dengan hasil yang resolatif (Karisma, 2013).

Penerapan metode ini untuk bidang sejarah dan budaya dilakukan oleh tim Mahasiswa dari Institut Teknologi Surabaya, yang dilakukan di Desa Wonosunyo, Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan. Berdasarkan hasil analisis 2 lintasan listrik dengan kedalaman yang berbeda, pada kedalaman 0-4 meter ditemukan adanya material lempung yang diperkirakan reruntuhan candi. Pada lintasan kedalaman 4 meter terdapat materi kerikil dan zona keras, yang diduga adalah altar atau pelataran sebuah candi (Rochman, 2017).

Potensi adanya struktur di bawah permukaan tanah di kawasan Pekauman ini cukup besar. Sebagaimana kasus ditempat lain, yaitu saat pembangunan Perpustakaan Universitas Islam Indonesia, dan pembangunan ruas jalan Tol Malang-Pakis permasalahan yang sering muncul ketika tidak sengaja di kawasan tersebut ditemukan struktur bangunan kuno. Ada kemungkinan kejadian serupa terjadi di Pekauman. Oleh karena itu penelitian ini berusaha memberikan kontribusi pemikiran berupa penggunaan

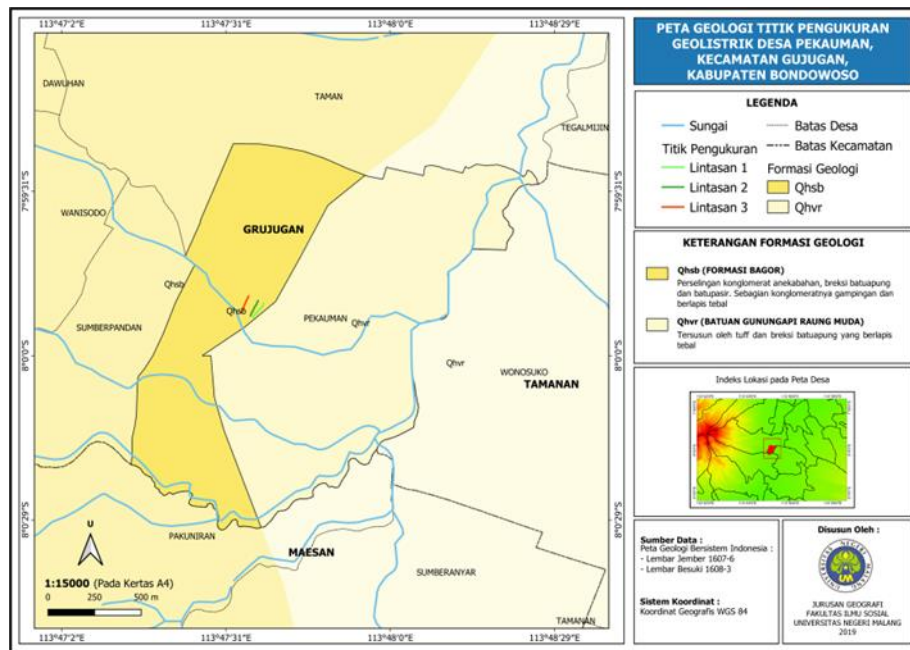
metode geolistrik untuk memastikan bahwa kondisi bawah permukaan tanah tidak terdapat benda benda atau struktur peninggalan kebudayaan masa lalu. Sejauh mana metode ini dapat memberikan informasi citra bebatuan di bawah tanah sehingga bisa berkontribusi untuk penyelamatan artefak artefak terkubur di kawasan pengembangan pabrik tersebut?

## **METODE**

Penelitian yang dilatarbelakangi oleh masukan dari komunitas pelestari cagar budaya Bondowoso ini dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap pertama adalah kegiatan kajian pustaka. Kajian pustaka dilakukan dengan mengumpulkan berbagai hasil penelitian baik penelitian tentang metode geolistrik, kebudayaan megalitik, dan sejarah Kabupaten Bondowoso. Sumber-sumber yang diperoleh dalam tahap ini adalah buku, arsip, informasi kartografi kawasan desa dan peta geologi. Sumber informasi ini diperlukan untuk menentukan jenis metode yang tepat, dan beberapa penelitian yang pernah dilakukan untuk kawasan yang sama. Langkah kedua setelah kajian pustaka adalah penetapan lokasi penelitian. Lokasi penelitian ini berada di Desa Pekauman, Kecamatan Grujugan, Kabupaten Bondowoso. Langkah ketiga adalah mempelajari peta lahan yang dimiliki oleh Pihak PT Sinar Indah. Berdasarkan peta ini, tim melakukan penentuan lokasi patok lintasan. Lokasi terpilih adalah sisi timur, mengingat kawasan itu paling dekat dengan kompleks temuan artefak megalitik Pekauman.

Tahap berikutnya adalah pengambilan data informasi lapangan dengan menggunakan metode geolistrik. Survei geolistrik adalah teknik untuk memberikan asumsi kondisi bawah permukaan tanah dengan Teknik Geofisika (Todd, 1980). Area pengukuran berada pada Formasi Geologi Bagor (Qhsb), dapat dilihat pada Peta Geologi Titik Pengukuran Geolistrik (lihat peta 2). Di sinidua orang mencatat nilai resistivitas di alat geolistrik, sementara dua orang yang lain memindahkan dua patok elektroda yang terhubung dengan kabel. Pengukuran dilakukan pada tiap titik bentang kabel.

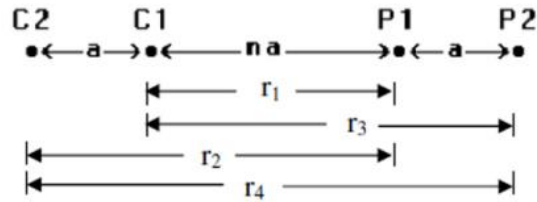
Panjang ketiga lintasan kabel pengukuran geolistrik masing-masing adalah 100 m dengan posisi membujur. Lintasan diposisikan membujur selatan-utara dengan lintasan yang berjarak. Bentang antar lintasan adalah 50 meter. Semakin panjang bentang antar lintasan, maka detail struktur bawah permukaan tanah semakin kurang detail. Hasil pengukuran dengan alat geolistrik ini menunjukkan struktur per lapisan batuan sama. Kedalaman bawah permukaan tanah yang terpetakan mencapai kedalaman 18 m.



**Gambar 3.** Peta Geologi Titik Pengukuran Geolistrik  
(sumber: *jurusan geografi, 2019*)

Terdapat tiga jenis metode geolistrik yang penggunaannya sangat tergantung pada tujuan di lapangan (Robert, William, Istvan, 1993), antara lain: sounding, mapping dan resistivitas. Metode tahanan jenis sounding (kedalaman) adalah jenis metode yang mengandalkan alat utama untuk mengukur nilai daya hantar pada 2 elektroda yang dipasang pada titik titik tertentu di bidang yang akan dideteksi. Semakin lebar jarak pemasangan elektroda, maka citra yang terbentuk melalui pantulan material akan semakin jelas (Kalinski, 1993). Metode kedua adalah metode tahanan jenis mapping (pemetaan). Jika citra yang ingin diketahui adalah dari data variasi tahanan jenis bumi secara vertikal (atas-bawah) maupun horizontal (samping), maka mapping ini lebih tepat. Pengukuran dilakukan dengan cara memindahkan elektroda secara perlahan-lahan dimana jarak antar kedua elektroda tersebut tidak berubah. Pergeseran dilakukan sejajar dengan jalur pengukuran (Loke, 1999). Metode ketiga adalah metode resistivitas. Resistivitas berarti menghantarkan listrik melalui sebuah alat ke dalam tanah dengan tujuan untuk survei dua dimensi secara horizontal. Metode ini digunakan dengan memanfaatkan 4 jenis elektroda (berbentuk seperti paku dengan kabel listrik di ujung yang berada di atas permukaan tanah) (Loke, 1999). Keempat elektroda diletakkan dengan pola spasi sama pada tiap jarak antar elektroda sepanjang lintasan pengukuran (Loke, 1999). Di bawah ini merupakan gambar penempatan elektroda sebagaimana pada Teknik Pengaturan Posisi Duple-dipole (lihat Gambar 2). Metode terakhir inilah yang digunakan dalam penelitian di Pekauman ini.





**Gambar 4.** Penempatan rangkaian Elektroda Dipole-dipole  
(sumber: Loke, 1999)

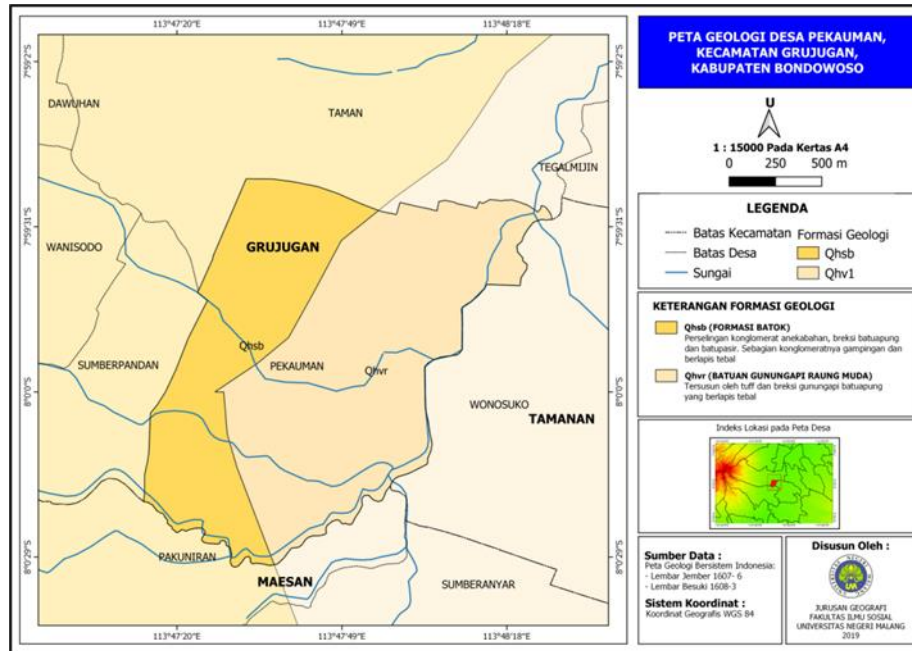
Langkah terakhir dari penelitian ini adalah identifikasi benda diduga artefak dengan metode geolistrik adalah analisa data lapangan. Tahapan pasca lapangan merupakan kegiatan pengolahan data hasil kegiatan lapangan dan pelaporan hasil. Langkah pertama penelitian ini adalah pengamatan lapangan, dan pengumpulan peta geologi. Peta geologi ini digunakan untuk interpretasi dan koreksi hasil pendugaan dengan peta geologi dan tabel *resisvity*. Kedua, penentuan titik koordinat lokasi terduga ada artefak dibawah permukaan. Ketiga, perhitungan tahanan jenis semu dengan model konfigurasi Dipole-dipole. Keempat, analisis data tahanan jenis sebenarnya dengan Res2dinv dan Res3dinv. Kelima, interpretasi dan koreksi hasil pendugaan dengan peta geologi dan tabel *resisvity* menggunakan aplikasi pengukuran geolistrik yang telah diolah menggunakan Software Res2Dinv. Terakhir, menentukan titik temuan terduga artefak melalui analisa hasil gambar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembahasan 1

Variasi bentuk kelerengan di Desa Pekauman dibagi menjadi dua kondisi permukaan bumi yang berbeda. Desa Pekauman terdiri dari dua jenis tanah bebatuan yang berbeda. Pertama adalah berbentuk formasi bagor. Bentuk ini ditandai dengan kombinasi berbagai bahan antara lain konglomerat aneka bahan, breksi gunung dan batupasir. Breksi merupakan batu yang terbentuk dari endapan kerikil batu batu bervolume lebih kecil, kurang lebih bergaris tengah di atas 2 mm. Pada jenis batu itu terlihat adanya endapan yang membentuk sudut sudut yang tajam. Sebagian breksi, batuan di daerah Pekauman ini juga terdiri dari konglomerat. Breksi di daerah ini merupakan batuan yang didominasi oleh busur batu apung rekat padat dengan ketebalan 3 m. Batuan lain yang dijumpai di kawasan ini adalah jenis konglomerat. Di Pekauman, batu konglomerat ini terdiri atas partikel penyusun, terutama jenis kapur dengan lapisan yang sangat tebal. Karakteristik bebatuan di daerah ini sebagian besar merupakan hasil pemecahan atau sebaran dari material vulkanik Batuan (lihat peta 3).





**Gambar 5.** Peta Geologi Desa Pekauman  
(sumber: Jurusan Geografi, 2019)

Bentuk kedua adalah formasi (bentukan) Gunung api Raung dan piroklastik (senyawa abu, gas dan material padat yang dikeluarkan saat erupsi) Gunung api Ijen Bentuk yang kedua ini berupa tuf dan atau serupa batu apung tebal, berwarna merah, dan diselingi andesit basal dan obsidian, sehingga membentuk lapisan batu beragam. Dimensi batuan ini adalah 5-20 cm, menyudut tanggung-menyudut dan terpilah buruk. Di beberapa tempat, terutama di sekitar Wringin hasil letusan G. Raung. Tebal seluruh satuan diduga lebih dari 200 m. Van Bammelen menggolongkan batuan ini sebagai Bagor Layers (Van Bemmelen, 1949). Berdasar informasi kondisi tanah di kawasan Desa Pekauman, tidak heran jika Bondowoso menjadi wilayah yang sangat subur. Kesuburan adalah basis utama munculnya permukiman dan kehidupan sosial.

## Diskusi

### Analisis Data dan Pembahasan

Terdapat tiga lintasan pengukuran geolistrik pada area yang telah ditentukan oleh pihak PT Indah Karya. Penggunaan tiga lintasan ditujukan untuk mampu melakukan interpretasi bawah permukaan tanah dengan lebih baik pada seluruh area yang telah ditetapkan. Cara yang diaplikasikan pada seluruh area yang telah ditetapkan oleh PT Indah Karya merupakan unit lahan yang homogen. Homogen dalam pengertian ini adalah kemiringan lereng, penggunaan lahan dan berada pada formasi geologi yang sama.

Hasil identifikasi benda-benda megalitik pada museum diketahui bahwa benda-benda tersebut terbuat dari batu konglomerat, andesit dan breksi. Batu-batu ini merupakan batu yang lazim berada kawasan pekauman apabila dilihat dari formasi geologi kawasan tersebut. Sehingga dalam menetapkan keberadaan situs tidak hanya pada nilai resistivitas yang menunjukkan jenis batuan namun juga pada struktur perlapisan batuan. Dikarenakan melalui struktur perlapisan batuan akan dapat dilihat suatu bentukan dibawah permukaan bumi. Pada ketiga lintasan diperoleh variasi nilai

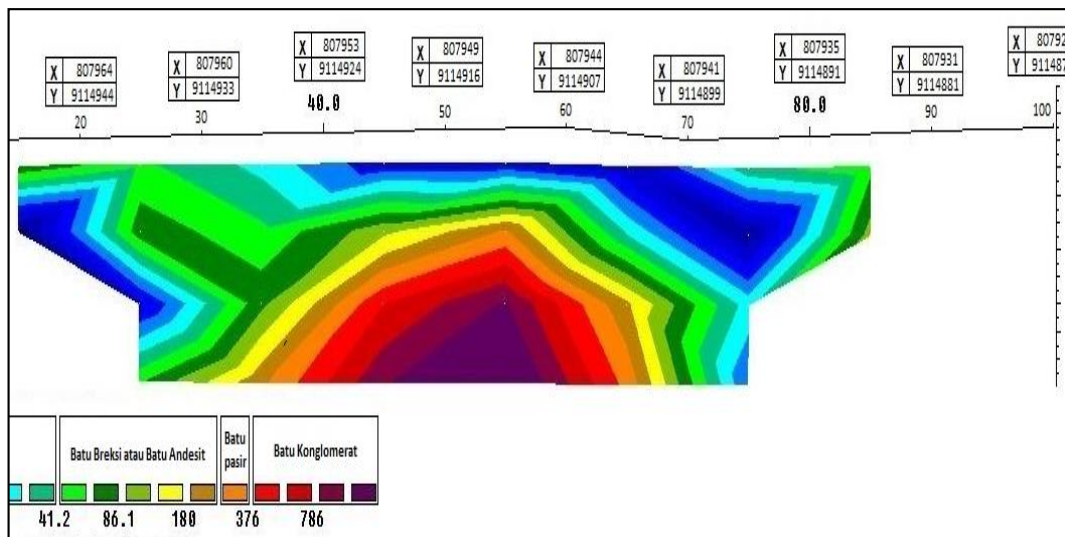
resistivitas mulai dari 1-3217 ( $\Omega m$ ). Berikut merupakan hasil interpretasi nilai resistivitas:

**Tabel 1.** Geologi titik pengukuran Geolistrik

No	Nilai Resistivitas ( $\Omega m$ )	Hasil Interpretasi Batuan
1	1-75	Tanah Regosol
2	75-300	Batu Breksi atau Batu Andesit
3	300-500	Batupasir
4	500-3217	Batu Konglomerat

Sumber : Dokumen Peneliti 2019

Melalui pendugaan hasil penampang 2D (lihat gambar 3) diketahui bahwa keberadaan situs megalitikum pada area penelitian diduga sudah dapat ditemukan pada kedalaman 2-4 m. Pendugaan ini didasarkan pada nilai resistivitas menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut telah dijumpai jenis batuan andesit dan batu breksi, yakni dengan nilai resistivitas 75-300 ( $\Omega m$ ). Nilai resistivitas itu menunjukkan bahwa ada material padat dan berbentuk kompak pada kedalaman tersebut. Perlapisan andesit dan batu breksi ini pada beberapa titik juga dijumpai struktur unik yang tidak lazim dijumpai. Ini dapat ditemukan pada gambar penampang vertical dibawah ini. Gambar ini diperoleh dari lintasan kedua pada titik 30 m dari panjang lintasan berkoordinat 807960 mT 9114933 mS. Gambar terduga itu memiliki bentuk persegi panjang yang sempurna membujur sejajar dengan lintasan, yakni dari arah utara-selatan. Bentuk persegi panjang ini diperlihatkan pada gambar dibawah yang berwarna ungu. Hijau menunjukkan air dan biru adalah lapisan permukaan tanah.



**Gambar 6.** Penampang Melintang 2D Desa Pekauman, Lintasan 2  
 (sumber: Dokumen peneliti, 2019)

Terlihat bahwa pada warna ungu yang diidentifikasi sebagai batu andesit, terdapat bentuk persegi empat sempurna. Bentuk ini mengindikasikan adanya struktur batu, dan diduga sebagai artefak. Gambar ini diperoleh dari bentang kabel pada sisi Timur kawasan rencana pengembangan Pabrik. Diperkirakan, jika batu terbentuk oleh alam, maka bentuk yang akan diperoleh tidak akan segi empat sempurna. Hal yang membedakan antara batu terbentuk alam dan dibentuk manusia adalah prosesnya. Batu

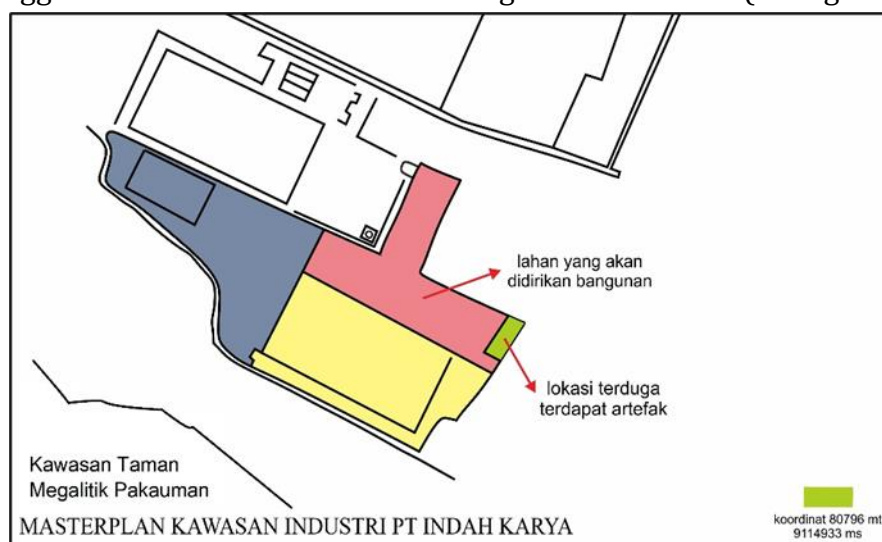
alam (rock) terbentuk melalui proses magmatic dimana dari bentuk silikat cair kemudian membeku dimana permukaan dan tekstur batu dipengaruhi oleh proses kristalisasi. Kedua batu alam juga terbentuk lewat proses sedimentasi, atau pengendapan dari berbagai sepihan kemudian terbentuk melalui proses kimiawi. Oleh karena itu tekstur dan bentuk cenderung tidak beraturan. Wingler (1975) menyebut rock sebagai batu yang belum mendapat sentuhan manusia dan stone sebagai batu yang telah mendapat sentuhan manusia. Stone adalah batu yang dibentuk, dipoles, dipilih dan diukir untuk monument, patung, penanda dan benda penopang kebutuhan manusia lainnya. (Winkler 1975)

Diperkirakan batu itu terkubur oleh aktivitas tanah yang dipengaruhi oleh aktivitas kegunung apian. Terkuburnya artefak megalitik ini dapat dijelaskan dari uraian pelapisan tanah di Pekauman sebagai berikut:

Lapisan Pertama	Tanah
Lapisan Kedua	Susunan batu putih
Lapisan ketiga	Susunan tanah padat

Di kawasan tersebut, lapisan tanah sangat padat. Berdasar visual kemiringan lahan, terlihat adanya kecenderungan batu batuan dan pasir mengarah dari barat (Gunung Argopuro) ke timur. Sementara itu, terdapat kemungkinan adanya lapisan yang terbentuk dari piroklastik Gunung Raung di sebelah timur situs. Lapisan ini membentuk dasar dari tanah di Kawasan Pekauman yang terletak di antara dua gunung tersebut. Kemungkinan besar, artefak berada di lapisan ketiga, mengingat gunung berapa meletus pada periode tertentu, dan lapisan piroklastik akan membentuk struktur permukaan atas. Deskripsi ini diperoleh dari wilayah antara lokasi kompleks PT Sinar Indah Plywood dan Kawasan Taman Megalitik Pekauman.

Untuk memberikan gambaran lebih jelas, berikut ini adalah peta perluasan PT Indah Karya hingga ke sisi Timur kawasan situs megalitik Pekauman (lihat gambar 4)



**Gambar 6.** Masterplan Kawasan Industri PT Indah Karya  
(sumber: arsip perusahaan Pt Indah Karya Plywood Bondowoso, 2017)

Sementara, gambar di atas menunjukkan bidang yang terduga terdapat benda artefak di bawahnya. Posisi ini memang memiliki probabilitas tinggi – ditandai dengan arsir warna kuning, karena merupakan titik terdekat dari lahan PT Indah Karya dengan Taman Megalitik Pekauman, Bondowoso. Kecenderungan ini diperkuat dengan beberapa temuan di desa lain, yang juga berada di bawah tanah.

## **Diskusi**

Hasil kajian material tanah di Taman Megalitik Desa Pekauman dan sekitarnya menunjukkan bahwa material vulkanik Gunung Raung adalah faktor utama yang mengubur situs Pekauman dengan beberapa pembagian sebagai berikut. Pertama berdasar kajian struktur bawah permukaan tanah di bidang yang terletak di sebelah barat Taman Megalitik Pekauman, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Lapisan tanah pada kawasan sekitar Taman Megalitik itu merupakan hasil dari runtunan campuran lava, aliran debu vulkanis atau yang sering disebut dengan piroklastik. Letusan Gunung Raung yang berulang-ulang menyebabkan lapisan itu semakin lama semakin tebal, dan menimbun apapun yang ada di jalur aliran material tersebut, termasuk benda megalitik.
- b. Di samping piroklastik, lapisan bawah permukaan tanah di sekitar situs merupakan campuran antara piroklastik dan beberapa jenis batuan breksi. Material-material itu hampir, 75% berasal dari erupsi Gunung Raung.

Kedua proses ini berlangsung secara kontinu, ditambah dengan lava dan batu konglomerat lainnya yang kemungkinan juga menghasilkan daya rusak pada bebatuan dan benda-benda megalitik yang dilewati. Jika berdasar pada dua pernyataan di atas, maka dapat diprediksi banyak benda megalitik yang tertimbun dan belum terungkap sebelum dilakukan ekskavasi. Pada saat benda itu tertimbun maka kawasan tersebut akan terlihat sebagai ladang, sawah atau hutan. Bagi penduduk atau pemilik usaha pasti akan menganggap wilayah itu sebagai daerah biasa karena peninggalan purbakala tidak ada di permukaan, namun dibawah permukaan. Tanpa adanya kajian bawah permukaan tanah, bisa jadi masyarakat menganggap tidak ada peninggalan budaya megalitik di tempat tersebut.

Manfaat lain dari metode geolistik adalah memberikan informasi awal tentang kondisi bawah tanah, jika akan melakukan aktivitas ekskavasi. Ada kemungkinan terdapat situs kebudayaan megalitik yang masih terkubur di bawah permukaan tanah di kawasan tersebut. Usaha pembuktian dugaan itu menjadi latar belakang aktivitas ekskavasi. Kegiatan ekskavasi ini adalah aktivitas menemukan dan mencari artefak yang berada di dalam tanah. Setelah itu, temuan diidentifikasi dari karakteristik material dan dihubungkan dengan konteks lingkungan agar memudahkan adanya interpretasi data. Hasil interpretasi inilah dijadikan dasar identifikasi artefak (Yuwono, 2003).

Selama ini ekskavasi diawali dengan kajian historiografi situs. Dalam kasus Situs Pekauman, ekskavasi yang dilakukan termasuk kategori rescue excavation. Jenis ekskavasi ini dilakukan jika artefak yang diduga terpendam terancam oleh kerusakan yang akan menghilangkan informasi sejarah. Kerusakan itu juga akan menghilangkan konteks dan lingkungan situs (Yuwono, 2003). Peristiwa ini adalah rencana

pengembangan kawasan pabrik. Oleh karena itu, arti penting dari penelitian ini adalah memberikan semacam metode gambaran awal apakah perlu dilakukan rescue escavasi atau tidak di kawasan pengembangan tersebut. Penyelamatan itu penting karena Batu batu ini memiliki arti penting karena sering kali digunakan sebagai kuil, makam, bangunan, infrastruktur, bahkan patung dan dekorasi. Pemilihan batu ini dipengaruhi oleh prestise social dan kepercayaan mistik tertentu. Di dunia, batu purba dan bersejarah ini memiliki arti budaya yang penting dan diakui sebagai warisan budaya dunia maupun nasional. Oleh karena itu struktur dan batu ini harus dijaga, diperbaiki maupun direstorasi (Pereira & Marker, 2016). Ini menjadi alasan arti penting metode deteksi awal tentang struktur bawah tanah untuk memberikan gambaran awal kemungkinan adanya artefak dan struktur buatan manusia. Dan penemuan itu bisa membuka wacana baru tentang konstruksi pengetahuan tentang budaya megalitik, khususnya di wilayah Bondowoso

## **KESIMPULAN**

Hasil penelitian menggunakan alat geolistrik menghasilkan kesimpulan metode ini dapat mendeteksi benda terduga merupakan buatan manusia, yang terdapat pada titik koordinat Timur Laut kawasan pengembangan perusahaan. Perbedaan tingkat resistivitas kelistrikan materi di bawah tanah mampu memberikan hasil sebuah berbentuk kubus. Bentuk ini mengindikasikan batu telah mengalami intervensi dari manusia (stone). Jika dilihat dari bentuk segi empat, itu diperkirakan benda itu adalah kubur batu. Sementara itu, citra di bentang bidang yang lain menunjukkan bentuk susunan batu yang terbentuk karena proses alamiah (rock). Artefak ditemukan hanya pada satu lintasan, dari 3 lintasan yang diteliti dengan metode geolistrik ini. Posisi terduga artefak itu terdapat pada kedalaman 4 meter dari permukaan tanah. Posisi benda yang berada di kedalaman itu disebabkan oleh aktivitas periodik dari gunung berapi Raung dan Argopuro yang mengeluarkan material baik padat maupun berupa piroklastik sehingga mengubur banyak batu batu yang sebelumnya berada di atas permukaan.

Berdasarkan penelitian ini, penggunaan metode geolistrik sangat prospektif sebagai salah satu perangkat observasi awal dalam mendeteksi benda terduga mengandung informasi tentang kebudayaan manusia. Metode ini juga membantu mengetahui sifat materi di bawah permukaan tanah dari permukaan karena selama ini benda-benda yang menyimpan data arkhais seringkali terkubur dalam sedimentasi yang bervariasi dari beberapa sentimeter hingga meter di bawah permukaan tanah. Metode ini memungkinkan deteksi objek di bawah permukaan tanah sebelum melakukan kegiatan ekskavasi sehingga sangat menolong untuk menghindari kerusakan yang mungkin terjadi saat penggalian (rescue escavation). Dengan demikian waktu penelitian akan lebih singkat dan biaya menjadi lebih murah karena adanya informasi tentang lapisan bawah permukaan tanah. Disamping itu, hasil kajian ini digunakan sebagai pertimbangan awal ketika ada owner atau pihak yang memanfaatkan tanah dengan hak usaha maupun hak milik yang akan melakukan perluasan aeral usaha. Kerusakan benda maupun struktur terduga cagar budaya yang diakibatkan aktivitas alat berat back hoe maupun getaran akibat penggalian dan alat konstruksi bisa dihindari. Sekalipun

demikian masih terdapat beberapa catatan penting yang menjadi titik lemah dari penggunaan alat geolistrik ini, Pertama yaitu arkeolog, sejarawan pada umumnya masih memerlukan pelatihan baik dalam hal teknis penggunaan alat dan maupun dalam interpretasi data lapangan. Di masa yang akan datang, metode ini sangat prospektif untuk diterapkan dalam observasi struktur struktur yang berada di sekitar candi, patirtan, atau kompleks batu batu artifisial megalitik.

## DAFTAR RUJUKAN

- Broersma, R. (1913). *Besoeki een gewest in opkomst*. Scheltema & Hoelkemas Boekhandell.
- Hidayat, M. (2007). Menengok kembali masyarakat megalitik Bondowoso. *Berkala Arkeologi*, 27(1),19-30.
- Kalinski, J. R., William E. K., Istvan, B. (1993). *Combined use of geoelectric sounding and profiling to quantify aquifer protection properties*. First published.
- Karisma, U. (2013). *Pola distribusi resistivitas bawah permukaan situs megalitikum dengan metode geolistrik RES3D di Kecamatan Grujugan Kabupaten Bondowoso*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Loke, M. H. (1999). *Rapid 2D resistivity and IP inversion using the least-squares method: software manual*. Advanced Geosciences.
- Nasution, A. H. (1978). *Sekitar perang kemerdekaan*. Disjarah AD.
- Pereira, D. & Brian, M. (2016). *The value of original natural stone in the context of architectural heritage*. Department of Geology, University of Salamanca.
- Perpusnas. (1996). *Babad Bondowoso*. Perpustakaan Nasional RI.
- Perry, W.J. (1918). *The megalithic culture of Indonesia*. Longmans Green & Co.
- Riyansyah, A. (2014). *Pemanfaatan situs megalitikum di Kecamatan Tlogosari Kabupaten Bondowoso sebagai sumber belajar sejarah*. Universitas Negeri Jember.
- Rochman, J. P. G. N., Widodo, A., Syaifuddin, F., & Lestari, W. 2017. Aplikasi metode geolistrik tahanan jenis untuk mengetahui bawah permukaan di kompleks Candi Belahan (Candi Gapura). *Jurnal Geolistrik*, 3(2), hlm 93-98.
- Setiaputra, F., Wardaniyah, E., Julianto, W. T., Syahyudin, F., & Putrantyo, A. B. (2005). *Upaya pelestarian Situs Glingseran sebagai sumber sejarah dengan meningkatkan partisipasi masyarakat sekitar situs berdasarkan Undang Undang No 5 Tahun 1992 [PKMM]*. Jurusan Sejarah Universitas Negeri Jember.
- Suprpta, B. (1987). *Fungsi batu kenong Daerah Grujugan analisis struktur denah dan temuan*. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Todd, D.K. (1980). *Groundwater hydrology*. John Willey Sons Inc.
- van Bemmelen, R. W. (1949). *The geology of Indonesia, vol. IA, general geology of Indonesia and adjacent archipelagoes (special edition of the Bureau of mines in Indonesia)*. Energy and Mining.
- van Heekeren, H.R. (1958). *The bronze-iron age of Indonesia Vol. 1-Deel XXII*. Verhandelingen van het Koninklijk Instituut voor Taal, Land en Volkenkunde.
- Wingkler, E.M. (1973). Stone: properties, durability in man's environment, second revised edition. *Journal Applied Mineralogy*.
- Yuwono, J. S. (2003). *Aspek-aspek teknis ekskavasi dalam kerangka pemahaman transportasi data penelitian arkeologi*. Puslitarkenas.