



**INTERPRETASI BAWAH PERMUKAAN DENGAN METODE  
*SELF POTENTIAL* DAERAH MATA AIRPANAS  
BLAWAN-IJEN  
(Studi Kasus : Mata Airpanas Kalisengon)**

**SKRIPSI**

Oleh

**Sigit Purwandi**

**NIM 131810201057**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**



**INTERPRETASI BAWAH PERMUKAAN DENGAN METODE  
*SELF POTENTIAL* DAERAH MATA AIRPANAS  
BLAWAN-IJEN  
(Studi Kasus : Mata Airpanas Kalisengen)**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Fisika (S-1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Sigit Purwandi**

**NIM 131810201057**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Bapak Suwarto dan Ibu Wartinah yang telah membesarkan penulis dengan kasih sayang. Kedua Orangtua yang memberikan dukungan baik secara moril maupun materi, serta tak pernah lelah dan selalu berada disisi saya untuk menasehati, menyemangati, dan memberikan doa, merupakan kekuatan saya untuk tetap berjuang menyelesaikan pendidikan di Universitas Jember;
2. Ibu Nyai Hj. Machfudhoh Aly Ubaid yang telah mendidik moral, aqidah, dan agama penulis;
3. Adik saya, Bima Singgih Ramadhani, yang selalu menjadi motivasi saya untuk tidak pernah menyerah dalam menghadapi rintangan yang saya hadapi;

**MOTTO**

“Dan katakanlah (wahai Nabi Muhammad) tambahkanlah ilmu kepadaku.”

Terjemahan surat Thaaha ayat 114

---

\*Departemen Agama Republik Indonesia. 2006. Al-Qur'an dan Terjemahnya.  
Surabaya: Karya Agung.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sigit Purwandi

NIM : 131810201057

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Interpretasi Bawah Permukaan dengan Metode *Self Potential* Daerah Mata Airpanas Blawan-Ijen (Studi Kasus : Mata Airpanas Kalisengen)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Dengan demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2018

Yang menyatakan,

Sigit Purwandi

NIM 131810201057

**SKRIPSI**

**INTERPRETASI BAWAH PERMUKAAN DENGAN METODE  
*SELF POTENTIAL* DAERAH MATA AIRPANAS  
BLAWAN-IJEN  
(Studi kasus : Mata Airpanas Kalisengen)**

Oleh

Sigit Purwandi  
NIM 131810201057

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Supriyadi, S.Si., M.Si  
Dosen Pembimbing Anggota : Nurul Priyantari S.Si., M.Si

**PENGESAHAN**

Skripsi yang berjudul “Interpretasi Bawah Permukaan dengan Metode *Self Potential* Daerah Mata Airpanas Blawan-Ijen (Studi Kasus : Mata Airpanas Kalisengen)” karya Sigit Purwandi telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas  
Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I

Supriyadi, S.Si., M.Si.

Nurul Priyantari, S.Si., M.Si

NIP. 198204242006041003

NIP. 197003271997022001

Anggota II

Anggota III

Dra.Arry Yuriatun Nurhayati M.Si.

Drs.Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc., Ph.D.

NIP. 196109091986012001

NIP. 196203111987021001

Mengesahkan  
Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.

NIP. 196102041987111001

## RINGKASAN

**Interpretasi Bawah Permukaan dengan Metode *Self Potential* Daerah Mata Airpanas Blawan-Ijen (Studi Kasus : Mata Airpanas Kalisengon);** Sigit Purwandi, 131810201057: 69 halaman; Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Energi panasbumi adalah energi yang tersimpan dalam bentuk air atau uap panas pada kondisi geologi tertentu di kedalaman beberapa kilometer dalam kerak bumi. Salah satu panasbumi yang ada di Jawa Timur berada pada wilayah Blawan-Ijen. Kawasan tersebut memiliki luas 62.620 ha (626,2 km<sup>2</sup>) yang secara administratif meliputi Kabupaten Situbondo, Bondowoso dan Banyuwangi. Panasbumi Blawan-Ijen yang memiliki manifestasi berupa kawah Ijen dan mata airpanas Kalisengon. Eksplorasi panasbumi tidak terlepas dari konsep dasar pola aliran air tanah dengan mempelajari pola aliran fluida. Metode *self potential* yang didesain dengan elektroda pot berpori (*porous pot*) sangat tepat diterapkan untuk penelitian panasbumi, karena reservoir panasbumi berisi fluida panas yang mengandung mineral-mineral sulfida yang bersifat konduktif.

Tujuan pada penelitian ini adalah bagaimana metode *self potential* dapat dipergunakan untuk memperkirakan kedalaman ( $h$ ) sumber anomali potensial diri di bawah permukaan. Sumber anomali *self potential* dapat diasumsikan berbentuk bola, pendekatan dapat dilakukan dengan menggunakan metode pencocokan kurva. Nilai kedalaman dari permukaan ke pusat bola dapat diketahui. Intepretasi yang dilakukan ditekankan pada intepretasi kualitatif yaitu untuk mengetahui persebaran nilai *self potential*. Hasil analisis interpretasi kemudian menjadi dasar untuk membuat kesimpulan.

Metode penelitian yang dilakukan diawali dengan survei awal lokasi, studi literatur, penentuan lokasi dan lintasan. Pengambilan data di lapangan menggunakan metode *self potential* dengan konfigurasi *leapfrog*. Pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Microsoft Excel* dan *Surfer 12*. Data primer hasil pengukuran nilai potensial dan koordinat di lapangan tersebut diolah dalam program *Surfer 12* untuk mendapatkan peta kontur isopotensial. Peta kontur isopotensial diamati untuk mendapatkan pola aliran fluida serta disayat pada 5 titik yang telah ditentukan untuk mendapatkan titik kedalaman pada airpanas. Perhitungan pada titik sayatan menggunakan intepretasi model bola dengan menentukan  $V_{min}$  dan  $V_{max}$  serta  $X_{min}$  dan  $X_{max}$  yang menghasilkan nilai kedalaman ( $h$ ) pada sumber mata airpanas Kalisengon.

Hasil yang diperoleh berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan adalah distribusi nilai potensial, pola aliran fluida dan nilai kedalaman dari mata airpanas Kalisengon. Nilai potensial yang didapatkan dari pengukuran menyebar dari potensial rendah -13 mV hingga potensial tinggi 17 mV. Nilai potensial -1 mV sampai -13 mV menunjukkan anomali pada daerah airpanas Kalisengon. Daerah anomali memiliki pola aliran airpanas yang menyebar hampir di seluruh lokasi penelitian dan terpusat menuju sumber mata airpanas dan membentuk kolam



airpanas. Dari kelima sayatan yang dihitung dengan metode bola terdapat variasi kedalaman. Sayatan ke 1 dan 5 mempunyai kedalaman 3,37 dan 5,7 m di bawah permukaan tanah yang dibuktikan dengan manifestasi permukaan berupa mata airpanas. Sedangkan sayatan ke 2, 3, dan 4 mempunyai kedalaman 1,34 m, 2,05 m, dan 1,5 m pada lokasi yang jauh dari mata airpanas. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa daerah keluarnya mata airpanas Kalisengon masih termasuk wilayah panasbumi Blawan-Ijen.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Interpretasi Bawah Permukaan dengan Metode *Self Potential* Daerah Mata Airpanas Blawan-Ijen (Studi Kasus : Mata Airpanas Kalisengon)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan pengarahan berbagai pihak. Karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Supriyadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Nurul Priyantari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah meluangkan waktu untuk pembimbingan skripsi;
2. Dra. Arry Yuriatun Nurhayati M.Si., selaku Dosen Penguji I dan Drs.Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktunya untuk memberi kritik dan saran skripsi ini;
3. Dr. Artoto Arkundato, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
4. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.;
5. Teman-temanku Jurusan Fisika angkatan 2013
6. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Jember Alumni Bahrul Ulum (HIMAJU)
7. Pihak – pihak yang tidak dapat disebutkan satu – persatu.

Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta perkembangan ilmu pengetahuan di bidang Fisika.

Jember, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| HALAMAN JUDUL.....                                   | i         |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....                            | ii        |
| HALAMAN MOTTO.....                                   | iii       |
| HALAMAN PERNYATAAN .....                             | iv        |
| HALAMAN PEMBIMBING.....                              | v         |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                             | vi        |
| RINGKASAN.....                                       | vii       |
| PRAKATA.....                                         | ix        |
| DAFTAR ISI.....                                      | x         |
| DAFTAR TABEL .....                                   | xii       |
| DAFTAR GAMBAR .....                                  | xiii      |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                | xv        |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>                       | <b>1</b>  |
| <b>1.1 Latar Belakang .....</b>                      | <b>1</b>  |
| <b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>                      | <b>4</b>  |
| <b>1.3 Tujuan .....</b>                              | <b>4</b>  |
| <b>1.4 Batasan Masalah .....</b>                     | <b>4</b>  |
| <b>1.5 Manfaat .....</b>                             | <b>4</b>  |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                  | <b>5</b>  |
| <b>2.1 Mata Airpanas.....</b>                        | <b>6</b>  |
| <b>2.2 Panasbumi.....</b>                            | <b>6</b>  |
| 2.2.1 Pembentukan Sistem Panasbumi.....              | 7         |
| 2.2.2 Jenis – Jenis Energi dan Sistem Panasbumi..... | 8         |
| 2.2.3 Sistem Panasbumi di Indonesia.....             | 9         |
| 2.2.4 Manifestasi Panasbumi.....                     | 9         |
| <b>2.3 Kompleks Gunung Ijen.....</b>                 | <b>10</b> |

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.1 Geologi Kompleks Gunung Ijen.....                                     | 11        |
| 2.3.2 Morfologi Kompleks Gunung Ijen.....                                   | 13        |
| 2.3.3 Vulkanologi Kompleks Gunung Ijen.....                                 | 13        |
| 2.3.4 Sistem Panasbumi di Kompleks Gunung Ijen.....                         | 14        |
| <b>2.4 Metode <i>Self Potential</i>.....</b>                                | <b>15</b> |
| <b>2.5 Mekanisme <i>Self Potential</i>.....</b>                             | <b>16</b> |
| 2.5.1 Potensial Elektrokinetik .....                                        | 17        |
| 2.5.2 Potensial Elektrokimia .....                                          | 18        |
| 2.5.3 Potensial Mineral.....                                                | 19        |
| <b>2.6 Pengukuran Metode <i>Self Potential</i>.....</b>                     | <b>19</b> |
| <b>2.7 Intrepretasi Data <i>Self Potential</i> dengan Metode Bola .....</b> | <b>21</b> |
| <b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>                                       | <b>27</b> |
| <b>3.1 Jenis dan Sumber Data.....</b>                                       | <b>27</b> |
| <b>3.2 Variabel Pengukuran.....</b>                                         | <b>27</b> |
| <b>3.3 Rancangan Penelitian.....</b>                                        | <b>28</b> |
| 3.3.1 Survey Awal Lokasi.....                                               | 28        |
| 3.3.2 Studi Literatur.....                                                  | 29        |
| 3.3.3 Penentuan Lokasi.....                                                 | 29        |
| 3.3.4 Penentuan Lintasan.....                                               | 29        |
| 3.3.5 Teknik Pengambilan Data .....                                         | 31        |
| 3.3.6 Pengambilan Data di Lapangan.....                                     | 32        |
| <b>3.4 Teknik Penyajian Data.....</b>                                       | <b>33</b> |
| <b>3.5 Intrepretasi dan Analisa Data .....</b>                              | <b>35</b> |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                    | <b>36</b> |
| <b>4.1 Kontur Isopotensial dan Pola Aliran Fluida .....</b>                 | <b>36</b> |
| <b>4.2 Kedalaman Anomali dengan Intrepretasi Model Bola.....</b>            | <b>39</b> |
| <b>BAB 5. PENUTUP.....</b>                                                  | <b>50</b> |
| <b>5.1 Kesimpulan .....</b>                                                 | <b>50</b> |
| <b>5.2 Saran .....</b>                                                      | <b>50</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                                  | <b>51</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                                                       | <b>55</b> |

**DAFTAR TABEL**

|                                                                                 | <b>Halaman</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Tabel 2.1 Klasifikasi sistem panasbumi .....                                    | 8              |
| Tabel 2.2 Tipe anomali <i>self potential</i> dari berbagai sumber mineral ..... | 21             |
| Tabel 2.3 Hubungan dari $A/h$ dan $x_{1/2}$ adalah fungsi dari $\alpha$ .....   | 25             |
| Tabel 4.1 Perbandingan kedalaman dari sayatan peta kontur isopotensial .....    | 49             |

DAFTAR GAMBAR

|                                                                                    | <b>Halaman</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Gambar 2.1 Perpindahan panas pada sistem panasbumi .....                           | 7              |
| Gambar 2.2 Manifestasi panasbumi berbentuk kolam airpanas .....                    | 10             |
| Gambar 2.3 Kompleks Gunung Ijen purba .....                                        | 11             |
| Gambar 2.4 Sistem panasbumi di Blawan-Ijen .....                                   | 15             |
| Gambar 2.5 Mekanisme polarisasi pada mineral .....                                 | 17             |
| Gambar 2.6 Teknik pengambilan data dengan konfigurasi <i>leapfrog</i> .....        | 20             |
| Gambar 2.7 Teknik pengambilan data dengan konfigurasi <i>fixedbase</i> .....       | 20             |
| Gambar 2.8 Benda yang terpolarisasi dan bayangannya .....                          | 22             |
| Gambar 2.9 Potongan melintang dari kurva <i>self potential</i> .....               | 24             |
| Gambar 2.10 Kurva hubungan $A/(x_{min} - x_{1/2})$ dengan $\alpha$ .....           | 26             |
| Gambar 2.11 Kurva hubungan $\alpha$ dengan $A/(x_{min} - x_{1/2})$ .....           | 26             |
| Gambar 3.1 Diagram kerja penelitian .....                                          | 28             |
| Gambar 3.2 Desain lintasan di mata airpanas Kalisengon .....                       | 30             |
| Gambar 3.3 Kenampakan mata airpanas Kalisengon .....                               | 30             |
| Gambar 3.4 Metode pengambilan data <i>self potential leapfrog</i> .....            | 31             |
| Gambar 4.1 Peta kontur isopotensial <i>rover</i> (a) dan terkoreksi (b).....       | 37             |
| Gambar 4.2 Ilustrasi aliran airpanas dari peta kontur isopotensial terkoreksi..... | 39             |
| Gambar 4.3 Penampang melintang pada daerah mata airpanas Kalisengon .....          | 40             |
| Gambar 4.4 Potongan melintang 1 pada daerah mata airpanas Kalisengon .....         | 41             |
| Gambar 4.5 Grafik potongan melintang 1 pada mata airpanas kalisengon .....         | 42             |
| Gambar 4.6 Potongan melintang 2 pada daerah mata airpanas Kalisengon .....         | 42             |
| Gambar 4.7 Grafik potongan melintang 2 pada mata airpanas kalisengon .....         | 43             |
| Gambar 4.8 Potongan melintang 3 pada daerah mata airpanas Kalisengon .....         | 44             |
| Gambar 4.9 Grafik potongan melintang 3 pada mata airpanas Kalisengon .....         | 44             |
| Gambar 4.10 Potongan melintang 4 pada daerah mata airpanas Kalisengon .....        | 45             |
| Gambar 4.11 Grafik potongan melintang 4 pada mata airpanas Kalisengon .....        | 46             |
| Gambar 4.12 Potongan melintang 5 pada daerah mata airpanas Kalisengon .....        | 47             |

Gambar 4.13 Grafik potongan melintang 5 pada mata airpanas Kalisengen .....48



DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                                 | <b>Halaman</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>A. Pengukuran Suhu, pH Tanah, dan Letak Koordinat.....</b>                   | <b>55</b>      |
| <b>B. Data <i>Self Potential</i> Perhitungan Faktor Koreksi 8 Lintasan.....</b> | <b>55</b>      |
| <b>C. Perhitungan Kedalaman Zona Dengan Menggunakan Metode Bola ....</b>        | <b>64</b>      |
| 1. Grafik dan Perhitungan <i>Slicing</i> Lokasi Pertama.....                    | 64             |
| 2. Grafik dan Perhitungan <i>Slicing</i> Lokasi Kedua.....                      | 65             |
| 3. Grafik dan Perhitungan <i>Slicing</i> Lokasi Ketiga.....                     | 66             |
| 4. Grafik dan Perhitungan <i>Slicing</i> Lokasi Keempat.....                    | 67             |
| 5. Grafik dan Perhitungan <i>Slicing</i> Lokasi Kelima .....                    | 68             |
| <b>D. Dokumentasi Pengambilan Data .....</b>                                    | <b>69</b>      |



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Secara geologis, Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama yaitu Lempeng Eurasia, Indo-Australia dan Pasifik (Saptadji, 2001). Pergerakan ketiga lempeng tersebut akan menghasilkan tumbukan yang menjadi faktor terbentuknya sumber energi panasbumi di Indonesia dengan manifestasi permukaan berupa gunung api. Energi panasbumi adalah energi yang tersimpan dalam bentuk air atau uap panas pada kondisi geologi tertentu pada kedalaman beberapa kilometer di dalam kerak bumi (Santoso, 2012).

Potensi panasbumi yang dimiliki Indonesia merupakan yang terbesar di dunia dengan kandungan potensi panasbumi sebesar 29 GWe atau sekitar 40% dari kandungan panasbumi di seluruh cadangan dunia. Lokasi panasbumi di Indonesia sebagian besar berasosiasi dengan sistem vulkanik aktif dengan sebaran paling banyak terletak di Pulau Sumatra dan Pulau Jawa. Sedangkan di Pulau Jawa sendiri terdapat panasbumi yang cukup terkenal antara lain Baturaden, Dataran Tinggi Dieng, Gunung Lawu, Gunung Arjuna-Welirang, serta Blawan-Ijen (Saptadji, 2001).

Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral (2017), salah satu panasbumi yang ada di Jawa Timur berada di Blawan-Ijen. Kawasan tersebut memiliki luas 62.620 ha (626,2 km<sup>2</sup>) yang secara administratif meliputi Kabupaten Situbondo, Bondowoso dan Banyuwangi, dikenal sebagai panasbumi Blawan-Ijen. Sistem panasbumi Blawan-Ijen memiliki manifestasi yang sangat terkenal yakni kawah Ijen yang terdapat di puncak gunung (Utama *et.al*, 2012). Keberadaan panasbumi juga ditandai oleh keberadaan mata airpanas yang tersebar di bagian utara (Afandi, 2013).

Panas yang dihasilkan dari dalam bumi akan menciptakan sumber airpanas, yang merupakan hasil dari proses pemanasan air dalam tanah secara geotermal akibat terbentuknya celah di dalam lapisan batuan bumi. Panas dan temperatur yang dihasilkan oleh mata airpanas ini tergantung dari kedalaman sumber

geotermal. Sumber airpanas dapat terjadi akibat pemanasan air dalam tanah karena aktivitas vulkanik di gunung berapi yang aktif (Challoner, 2000).

Eksplorasi panasbumi tidak terlepas dari konsep dasar pola aliran air tanah dengan mempelajari pola aliran fluida. Pola aliran fluida ini dapat digunakan sebagai landasan dalam rangka melihat sifat listrik aliran panasbumi salah satunya dengan menggunakan metode *self potential*. Metode *self potential* (SP) pertama kali ditemukan pada tahun 1830 oleh Robert Fox dengan menggunakan elektroda tembaga yang dihubungkan ke sebuah galvanometer untuk mendeteksi lapisan *copper sulfida* di Carnwall (Inggris). Metode *self potential* selama ini dimanfaatkan sebagai *secondary tool* dalam eksplorasi logam dasar khususnya untuk mendeteksi adanya bijih sulfida. Pada dekade terakhir metode *self potential* banyak digunakan untuk meneliti air tanah, panasbumi, dan untuk membantu pendeteksian patahan dekat permukaan (Reynolds, 1997).

*Self potential* adalah potensial spontan yang ada di permukaan bumi yang diakibatkan oleh adanya proses mekanis ataupun oleh proses elektrokimia yang dikontrol oleh air tanah. Proses mekanis akan menghasilkan potensial elektrokinetik sedangkan proses kimia akan menimbulkan potensial elektrokimia (*potential liquid-junction, potential nernst*) dan potensial mineralisasi (Hendrajaya dan Arif, 1988). *Self potential* dapat dihasilkan oleh perbedaan mineralisasi, reaksi elektrokimia, aktivitas *geothermal* dan bioelektrik oleh tumbuh-tumbuhan (vegetasi) (Telford *et.al*, 1990).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dalam mengamati aliran fluida bawah permukaan antara lain dilakukan oleh Noviana (2006) yang melakukan pengukuran *self potential* di sekitar mata airpanas di Desa Blawan, nilai potensial yang didapat menunjukkan pola anomali yang ada di sekitar mata airpanas, namun belum mendapatkan kedalaman dari sumber mata airpanas. Yulianto dan Setiawan (2015) meneliti tentang pola aliran fluida panasbumi menggunakan metode *self potential* di sistem panasbumi di Paguyungan Brebes dan didapatkan nilai *self potential* berkisar antara -11 mV sampai 11 mV dan kedalaman dari manifestasi panasbumi sebesar 13,42 m sampai 28,75 m. Indriana *et.al* (2007) telah mengamati anomali bawah permukaan di Bledug Kuwu menggunakan *self*

*potential* dengan konfigurasi *fixed base* dan didapatkan kedalaman sebesar 23,68 m serta 40,8 m yang diperoleh dari pengolahan data kontur isopotensial.

Penelitian lain yang sudah dilakukan oleh Suciningtyas *et.al* (2013) dari tim geofisika Universitas Brawijaya di kompleks mata airpanas Blawan-Ijen dengan metode geolistrik resistivitas dilakukan untuk pendugaan awal sebaran mata airpanas. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa terdapat 21 titik mata airpanas yang terdapat di Blawan-Ijen dengan suhu  $<50^{\circ}\text{C}$ . Namun dari penelitian tersebut belum diungkapkan nilai kedalaman dari 21 titik mata airpanas yang berada di sistem panasbumi Blawan-Ijen.

Berdasarkan uraian di atas telah dilakukan penelitian mengenai kedalaman mata airpanas Kalisengon pada ketinggian 939 mdpl dan koordinat  $07^{\circ}59'234''$  LS  $114^{\circ}10'808''$  di wilayah Blawan-Ijen. Mata airpanas ini merupakan salah satu tempat wisata di daerah Bondowoso dan memiliki daya tarik bagi wisatawan. Selain itu, mata airpanas ini masih satu kawasan dengan kawah Ijen sebagai kawasan Wilayah Kerja Panasbumi (WKP) Blawan-Ijen. Dengan status mata airpanas ini terletak di kawasan WKP yang akan dijadikan Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi (PLTP) maka, perlu diukur dan diamati anomali bawah permukaan dan distribusi nilai potensial diri di sekitar sumber mata airpanas. Menurut Vichabian dan Morgan (2002), metode *self potential* yang didesain dengan elektroda pot berpori (*porous pot*) sangat tepat diterapkan untuk penelitian panasbumi, karena pada umumnya reservoir panasbumi berisi fluida panas yang mengandung mineral-mineral sulfida yang bersifat konduktif.

Penelitian ini telah dijelaskan bagaimana metode *self potential* dapat dipergunakan untuk memperkirakan kedalaman ( $h$ ) sumber anomali potensial diri di bawah permukaan. Sumber anomali potensial dapat diasumsikan berbentuk bola, pendekatan dapat dilakukan dengan menggunakan metode pencocokan kurva (Bhattacharya dan Roy, 1981). Nilai kedalaman dari permukaan ke pusat bola dapat diketahui. Interpretasi yang dilakukan ditekankan pada interpretasi kualitatif yaitu untuk mengetahui persebaran nilai *self potential*. Lintasan dapat diasumsikan berbentuk bola, namun penelitian ini tidak untuk mendapatkan nilai jari-jari lintasan *self potential* yang berbentuk bola. Interpretasi persebaran nilai

*self potential* dipergunakan untuk mendapatkan nilai kedalaman sumber dari permukaan ke pusat sumber *self potential*.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diambil rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana distribusi nilai *self potential* di sekitar sumber mata airpanas Kalisengon dan pola aliran fluida panas ?
2. Berapa kedalaman anomali airpanas menggunakan intepretasi model bola ?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Akuisisi data di lapangan menggunakan metode *self potential* konfigurasi gradien potensial (*leapfrog*).
2. Pengolahan data menggunakan *software surfer for windows 12*.
3. Lokasi hanya di salah satu mata airpanas di Desa Blawan yaitu mata airpanas Kalisengon yang berada pada ketinggian 939 mdpl dan koordinat 07°59'234" LS 114°10'808" BT.

### 1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui distribusi nilai *self potential* di sekitar sumber mata airpanas Kalisengon dan pola aliran fluida panas.
2. Untuk mengetahui kedalaman anomali airpanas menggunakan intepretasi model bola.

### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui kedalaman airpanas dari salah satu mata airpanas yang ada di Desa Blawan Kecamatan Ijen (Kalisengon). Berdasarkan hal tersebut diharapkan dapat menambah informasi

yang dibutuhkan di Blawan-Ijen diantaranya untuk memprediksi struktur bawah permukaan di daerah Blawan-Ijen yang berhubungan dengan indikasi panasbumi. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai bahan rujukan bagi penelitian lebih lanjut tentang keberadaan manifestasi panasbumi yang berada di wilayah kerja Blawan-Ijen.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Mata Airpanas

Mata airpanas/hangat juga merupakan salah satu petunjuk adanya sumber daya panasbumi di bawah permukaan. Mata airpanas/hangat ini terbentuk karena adanya aliran airpanas/hangat dari bawah permukaan melalui rekahan-rekahan batuan. Istilah “hangat” digunakan bila temperatur air lebih kecil dari 50°C dan istilah “panas” digunakan bila temperatur air lebih besar dari 50°C. Sifat air permukaan seringkali digunakan untuk memperkirakan jenis reservoir di bawah permukaan (Saptadji, 2001).

Mata airpanas yang bersifat asam biasanya merupakan manifestasi permukaan dari suatu sistem panasbumi yang didominasi uap. Sedangkan mata airpanas yang bersifat netral biasanya merupakan manifestasi permukaan dari suatu sistem panasbumi yang didominasi air. Mata airpanas yang bersifat netral, yang merupakan manifestasi permukaan dari sistem dominasi air, umumnya jenuh dengan silika. Apabila laju aliran airpanas tidak terlalu besar umumnya di sekitar mata airpanas tersebut terbentuk teras-teras silika yang berwarna keperakan (*silica sinter terraces* atau *sinter platforms*). Bila airpanas banyak mengandung Carbonate maka akan terbentuk teras-teras travertine (*travertine terrace*). Namun di beberapa daerah, yaitu di kaki gunung, terdapat mata airpanas yang bersifat netral yang merupakan manifestasi permukaan dari suatu sistem panasbumi dominasi uap (Hochstein dan Browne, 2000).

### 2.2 Panasbumi

Secara sederhana energi panasbumi adalah energi panas yang dipindahkan dari bagian dalam bumi. Energi tersebut dapat berupa uap atau airpanas. Untuk menjadi sumber panasbumi memiliki persyaratan-persyaratan menurut Utami (1999) sebagai berikut :

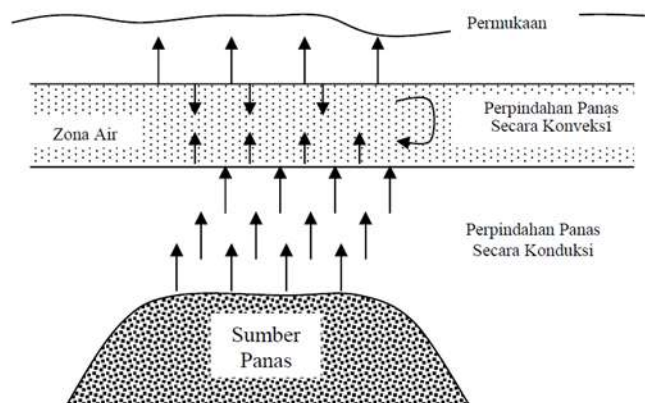
- a. Memiliki batuan panasbumi berupa magma
- b. Memiliki persediaan air tanah secukupnya yang sirkulasinya dekat dengan sumber magma, agar dapat terbentuk uap airpanas.

- c. Memiliki batuan berpori yang menyimpan sumber uap dan airpanas
- d. Memiliki batuan keras yang menahan hilangnya uap dan airpanas
- e. Memiliki gejala-gejala tektonik, dimana dapat terbentuk rekahan-rekahan di kulit bumi yang menjadi jalan uap dan airpanas untuk bergerak ke permukaan bumi
- f. Panasnya reservoir harus mencapai suhu berkisar  $180^{\circ}$  -  $250^{\circ}$  C

### 2.2.1 Pembentukan Sistem Panasbumi

Pada dasarnya sistem panasbumi terbentuk sebagai hasil perpindahan panas dari suatu sumber panas ke sekelilingnya yang terjadi secara konduksi dan secara konveksi. Perpindahan panas secara konduksi terjadi melalui batuan, sedangkan perpindahan panas secara konveksi terjadi karena adanya kontak antara air dengan suatu sumber panas. Perpindahan panas secara konveksi pada dasarnya terjadi karena gaya apung (*bouyancy*) (Saptadji, 2009)

Air karena gaya gravitasi selalu mempunyai kecenderungan untuk bergerak ke bawah, akan tetapi apabila air tersebut kontak dengan suatu sumber panas maka akan terjadi perpindahan panas (Gambar 2.1) sehingga temperatur air menjadi lebih tinggi yang menyebabkan air menjadi lebih ringan . Keadaan ini menyebabkan air yang lebih panas bergerak ke atas dan air yang lebih dingin bergerak turun kebawah, sehingga terjadi sirkulasi air atau arus konveksi (Saptadji, 2001).



Gambar 2.1 Perpindahan panas pada sistem panasbumi (Saptadji, 2001)

### 2.2.2 Jenis – Jenis Energi dan Sistem Panasbumi

Berdasarkan pada jenis fluida produksi dan jenis kandungan fluida utamanya, sistem hidrotermal dibedakan menjadi dua, yaitu sistem satu fasa dan sistem dua fasa. Menurut Saptadji (2001) dijelaskan bahwa pada sistem satu fasa, sistem umumnya berisi air yang mempunyai temperatur 90 – 180°C dan tidak terjadi pendidihan bahkan selama eksploitasi. Contoh dari sistem ini adalah lapangan panasbumi di Tianjin (Cina) dan Waiwera (Selandia Baru). Sedangkan pada sistem dua fasa terdapat dua jenis sistem yaitu sistem dominasi uap (*vapour dominated system*) dan sistem dominasi air (*water dominated system*).

Dibandingkan dengan temperatur reservoir minyak, temperatur reservoir panasbumi relatif sangat tinggi, bisa mencapai 350°C. Berdasarkan pada besarnya temperatur, Hochstein (1990) membedakan sistem panasbumi menjadi tiga, yaitu:

- 1) Sistem panasbumi bertemperatur rendah, yaitu suatu sistem yang reservoirnya mengandung fluida dengan temperatur lebih kecil dari 125°C.
- 2) Sistem/reservoir bertemperatur sedang, yaitu suatu sistem yang reservoirnya mengandung fluida bertemperatur antara 125°C sampai 225°C.
- 3) Sistem/reservoir bertemperatur tinggi, yaitu suatu sistem yang reservoirnya mengandung fluida bertemperatur diatas 225°C.

Sistem panasbumi seringkali juga diklasifikasikan berdasarkan entalpi fluida yaitu sistem entalpi rendah, sedang, dan tinggi. Kriteria yang digunakan sebagai dasar klasifikasi pada kenyataannya tidak berdasarkan pada harga entalphi, akan tetapi berdasarkan pada temperatur, mengingat entalphi adalah fungsi dari temperatur.

Tabel 2.1 Klasifikasi sistem panasbumi

|                                  | Muffer & Cataldi (1978) | Benderiter & Cormy (1990) | Haenel, Rybach & Stegna (1988) | Honchestein (1990) |
|----------------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Sistem panasbumi entalphi rendah | <90°C                   | <100°C                    | <150°C                         | <125°C             |
| Sistem panasbumi entalphi sedang | 90-150 °C               | 100-200 °C                | -                              | 125-225°C          |
| Sistem panasbumi entalphi tinggi | >150°C                  | >200°C                    | >150°C                         | >225°C             |

Sumber: Saptadji (2001)



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis data primer. Jenis data ini didapat diukur secara langsung pada pengambilan data di lapangan. Data kuantitatif biasanya dinyatakan dalam bentuk angka. Berdasarkan uraian di atas maka dapat diketahui data kuantitatif pada penelitian ini yaitu berupa nilai beda potensial melalui pengukuran secara langsung, sedangkan koordinat titik data dan elevasi yang diperoleh pada pengambilan data dengan menggunakan GPS di lapangan. Data - data tersebut akan didapat pada setiap kali pengambilan data.

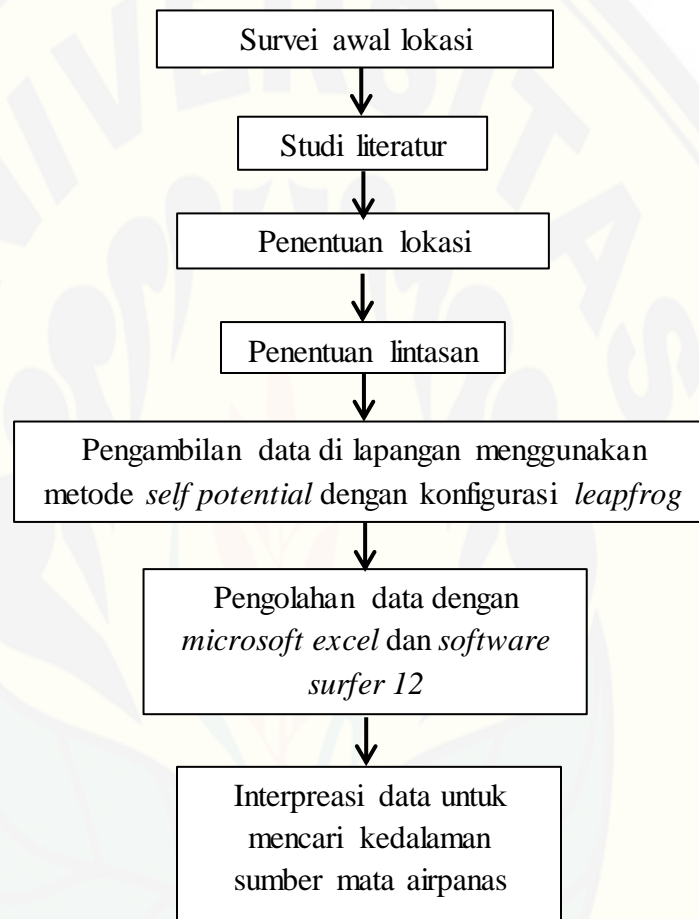
### 3.2 Variabel Pengukuran

Variabel-variabel yang diamati dan diukur dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- 1) Koordinat titik data dan elevasi yang ditunjukkan oleh pengukuran GPS.
- 2) Beda potensial (V) yang terukur pada multimeter.
- 3) Konfigurasi yang digunakan yaitu konfigurasi *leapfrog* atau lompat katak
- 4) Lintasan yang digunakan adalah 8 lintasan dengan panjang 80 m
- 5) Spasi antar *porous pot* pada *rover* 2 m dan jarak antar lintasan adalah 2 m.
- 6) Intrepretasi data menggunakan intrepretasi metode bola

### 3.3 Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahap dan langkah kerja yang dilakukan dalam pengambilan data. Berikut adalah langkah kerja yang dijelaskan dengan diagram penelitian sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram kerja penelitian

#### 3.3.1 Survei Awal Lokasi

Survei awal lokasi penelitian dilakukan untuk mencari informasi awal mengenai objek penelitian. Selain itu juga untuk mengetahui kondisi lingkungan sekitar lokasi penelitian. Pada tahap survei ini ditentukan lokasi yang cocok untuk penelitian yang akan dilakukan. Lokasi yang dipilih adalah di daerah perkebunan milik PTPN XII kebun Blawan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui letak dari sumber airpanas yang memungkinkan untuk diambil data secara kuantitatif.

## BAB 5. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada mata airpanas Kalisengon didapatkan kesimpulan yang menjawab rumusan masalah sebagai berikut

1. Nilai potensial yang didapatkan dari pengukuran menyebar dari potensial rendah -13 mV hingga potensial tinggi 17 mV. Nilai potensial -1 mV sampai -13 mV menunjukkan anomali pada daerah airpanas Kalisengon. Daerah anomali memiliki pola aliran airpanas yang menyebar hampir di seluruh lokasi penelitian dan terpusat menuju sumber mata airpanas dan membentuk kolam airpanas.
2. Dari kelima sayatan yang dihitung dengan metode bola terdapat variasi kedalaman. Sayatan ke 1 dan 5 mempunyai kedalaman 3,37 dan 5,7 m di bawah permukaan tanah yang dibuktikan dengan manifestasi permukaan berupa mata airpanas. Sedangkan sayatan ke 2, 3, dan 4 mempunyai kedalaman 1,34 m, 2,05 m, dan 1,5 m pada lokasi yang jauh dari mata airpanas.

### 5.2 Saran

Hasil dari penelitian ini dapat memberikan informasi kondisi struktur bawah permukaan sistem panasbumi Blawan-Ijen berupa arah fluida dan kedalaman mata airpanas Kalisengon. Penelitian ini masih bersifat pendugaan awal arah fluida dan kedalaman mata airpanas Kalisengon yang memiliki keterkaitan dengan sistem panasbumi Blawan-Ijen.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Afandi, A. 2013. Identifikasi Reservoir Daerah Panasbumi dengan Metode Geomagnetik Daerah Blawan Kecamatan Sempol Kabupaten Bondowoso. *Jurnal Neutrino* Vol.6, No 1 Oktober 2013
- Bemmelen, V.R.W. 1949. *The Geology of Indonesia*. Vol. I A. Government Printing Office, The Hague.
- Bhattacharya, B.B dan N. Roy. 1981. A note on the use of a nomogram for self potential anomalies. *Journal of Geophysical Prospecting*. Vol.XXIX. p. 102-107
- Challoner, J. 2000. *Jendela Iptek Seri 5: Energi*. Jakarta: PT Balai Pustaka.
- Corry, C. E., G. T. Demouilly., dan M. T. Gerety. 1983. *Field Procedure Manual For Self-Potential Surveys*. Arizona: Tucson.
- De Witte, L. 1948. A new method of interpretation of self potential field data. *Journal of Geophysics*. Vol.XIII. p. 600-608.
- Hendrajaya, L. dan I. Arif. 1988. *Geolistrik Tahanan Jenis*. Bandung: FMIPA Institut Teknologi Bandung.
- Hermawansyah. 1997. *Analisis Kegempaan Gunung Ijen, Jawa Timur tahun 1989 – 1997*. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi : Jakarta.
- Hochstein, M.P. dan P.R.L Browne. 2000. *Surface Manifestations of Geothermal System with Volcanic Heat Sources*. In Encyclopedia of Volcanoes.
- Hochstein, M.P. 1990. *Classification and Assessment of Geothermal Resources*. In: Dockson M.H. dan Fanelli M. (eds) Small Geothermal Resources. UNITAR/UNDP Centre for Small Energy Resources. Rome, Italy.
- Indriana, R. D., M.I. Nurwidyanto., dan K.W. Haryono.. 2007. Interpretasi bawah permukaan dengan metode self potential daerah Bledug Kuwu Kradenan Grobogan. *Jurnal Berkala Fisika*. ISSN : 1410 – 9662. 10(3). 155-167.
- Junghun, F. 1853. *Landschap Banjowangi enomtreden van den Idjen, Java, II*. P. 997 – 1047.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Alam. 2017. *Potensi Panasbumi Indonesia Jilid 1*. Jakarta : Direktorat Panasbumi

- Kusumadinata, K. dan M. Alzwar. 1969. *Pemetaan Penyebaran Manifestasi Panasbumi di P.Jawa*. Direktorat Vulkanologi : Bandung
- Kusumadinata, K., R. Hadian., S. Hamidi., dan L.D. Reksowirogo. 1979. *Data Dasar Gunung api Indonesia*. Direktorat Vulkanologi : Jakarta.
- Lowrie, W. 1997. *Fundamentals of Geophysics, Second Editions*. Cambridge: Cambridge Univerity Press.
- Meiser, P. 1962. A Method of Quantitative Interpretation of Self-Potential Measurements. *Journal of Geophysical Prospecting* 10, 203–18
- Noviana, W. 2006. Pengukuran Potensial Diri (*Self Potential*) di Sekitar Mata Airpanas Desa Blawan Kecamatan Sempol Kabupaten Bondowoso. *Skripsi*. Jember : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember
- Ogilvy, A.A., M.A. Ayed., dan V.A. Bogoslovsky. 1969. Geophysical studies of water leakages from reservoirs. *Journal of Geophysic. Prospect.* 17, 36–62
- Petrovsky. 1928. *Problem of hidden polarized sphere*. Philosophical Magazine 5,334,914 and 927.
- Rao, D.A., dan H.V.R Babu. 1983. Quantitative interpretation of self potential anomalies due to two dimensional sheet-likebodies. *Journal of Geophysics*. Vol.XLVIII. p.1659-1664.
- Reynold, J. M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Singapura: John Wiley & Sons, Inc.
- Santoso, D. 2012. *Volkanologi dan Eksplorasi Geoterma*. Catatan kuliah Prodi Teknik Geofisika. Penerbit ITB. Bandung.
- Saptadji, N.M. 2001. *Teknik Panasbumi*. Diktat Kuliah Prodi Teknik Perminyakan, Penerbit ITB, Bandung.
- Saptadji, N.M. 2009. *Karakterisasi Reservoir Panasbumi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sato dan Money. 1960. The Electrochemical Mechanism of Sulphida Self Potential. *Journal of Geophysics*. Vol.XXV. P. 226-246.