

ENERGI LISTRIK PANASBUMI TIDAK DAPAT DIMANFAATKAN TANPA SINERGI KERJA ILMIAH ILMU DASAR DAN TERAPAN

Suharno

Teknik Geofisika Unila, Email: suharno@unila.ac.id; suharno_fisika@yahoo.co.id

ABSTRAK

Peningkatan peran Ilmu Dasar dan Terapan sangat penting dalam rangka memasyarakatkan budaya ilmiah. Akhir-akhir ini banyak muncul perbuatan-perbuatan, tindakan-tindakan yang tidak ilmiah, seperti percaya kepada kejadian yang tidak pantas dipercaya. Sinergi proses kerja ilmiah sangat penting dalam rangka menyelesaikan problem pekerjaan riil. Seperti dalam rangka memanfaatkan energi yang tersimpan di dalam bumi (energi panasbumi) hanya dapat dimanfaatkan ketika energi tersebut diubah menjadi energi listrik. Proses transfer energi panasbumi menjadi energi listrik membutuhkan pengetahuan dan teknologi yang memadai. Transfer energi tekanan uap menjadi energi listrik pada saat ini sudah biasa yaitu memanfaatkan tekanan untuk memutar turbin, dan selanjutnya turbin memutar generator pembangkit tenaga listrik. Namun pada tahap penemuan sumber cadangan listrik energi panasbumi diperlukan kerja ilmiah gabungan beberapa ilmu dasar dan ilmu terapan. Ilmu dasar yang diperlukan adalah Kimia, Fisika, Geologi, Geokimia dan Geofisika. Sedangkan Ilmu Terapan yang diperlukan meliputi Teknologi Pemboran, Teknologi Pemipaan, Teknik Konstruksi, Teknik Mesin dan Teknik Listrik.

1. PENDAHULUAN

Sungguh ironis di zaman serba teknologi ini, justru terjadi keterbelakangan anak bangsa yang lebih percaya kepada “Batu Ponari” yang sama sekali belum ada bukti ilmiahnya. Orang berbondong-bondong datang untuk berobat, antri di luar rumah Ponari sampai berjejal, berdesak-desakan yang menghasilkan penyakit baru karena pingsan, bahkan sampai meninggal dunia karena terinjak-injak sesame pengantri. Oleh karena itu mari kita kembangkan budaya ilmiah berdasarkan ilmu yang ada baik berupa ilmu dasar dan ilmu terapan.

Hanya dengan budaya dan sistem kerja ilmiah pemanfaatan ilmu dasar dan terapan potensi energi panasbumi di dunia ini akan dapat dimanfaatkan menjadi energi yang memenuhi kebutuhan kehidupan sehari-hari seluruh manusia di dunia ini.

Indonesia merupakan negara di dunia yang kaya potensi energi panas bumi. Total potensi panas bumi dunia menurut World Geothermal Congress (WGC) 2010, setara dengan 40.000 GWe. Kebutuhan energi dunia setara 15.000 GWe, sehingga energi panas bumi, dapat mengatasi keperluan energi dunia. Potensi panas bumi yang sedemikian besarnya belum dioptimalkan pemanfaatannya, bukan hanya di Indonesia, bahkan di negara-negara di dunia pada umumnya.

Energi panas bumi berpotensi menggantikan energi fosil sebagai sumber energi. Potensi panas bumi Indonesia yang mencapai 27 GWe, jika keseluruhan dipakai akan dapat menggantikan bahan bakar minyak (BBM) sekitar 12 milyar barel. Sumber daya sebesar 27.000 MWe, merupakan cadangan energi panas bumi terbesar di dunia (40% dari seluruh cadangan sumber energi panas bumi dunia).

Namun, potensi tersebut (sumber energi listrik panasbumi) tidak dapat dimanfaatkan tanpa dikerjakan secara ilmiah, mensinergikan dan mekombinasikan beberapa ilmu dasar dan ilmu terapan. Ilmu-ilmu tersebut meliputi Kimia, Fisika, Geologi, Geokimia, Geofisika, Teknik Mesin, teknik Kontruksi dan Tranfer Energi. Mengapa demikian karena energi panas bumi berupa air panas atau uap air bertekanan tinggi yang dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik dengan cara mengalirkan uap tersebut ke dalam turbin, sehingga dapat memutar gerator pembangkit listrik. Jika tidak, maka energi panasbumi tidak dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik.

2. KONSEP ALAMIAH DAN KERJA ILMIAH

Munculnya konsep ilmiah: pertama, didorong oleh kehendak untuk memuaskan diri yang bersifat “nonpraktis” teoritis untuk memahami hakekat alam semesta dan materi kebendaan secara nyata; kedua, akibat dorongan praktis memanfaatkan ilmu pengetahuan dalam rangka memanfaatkan sumberdaya yang ada untuk meningkatkan taraf hidup dan memudahkan cara hidup. Kedua dorongan tersebut menumbuhkan kemajuan ilmu pengetahuan. Dorongan pertama menghasilkan ilmu pengetahuan murni dan dorongan kedua menghasilkan peningkatan ilmu pengetahuan terapan.

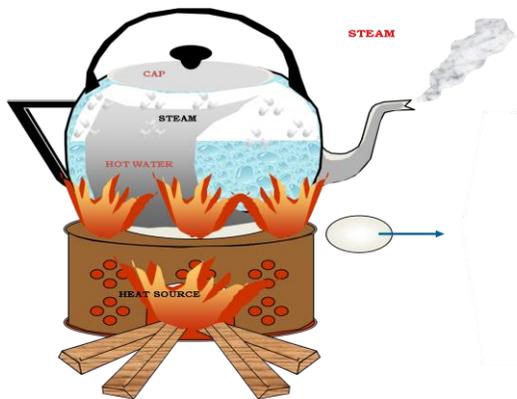
Suatu pengalaman atau pengetahuan dapat dikategorikan ilmu pengetahuan jika memenuhi kriteria: memiliki objek, alami (jujur/apa adanya atau riil), sistematis, bermetode, teratur dan berlaku secara universal. Objek pengetahuan tersebut harus ada dan jelas. Kedudukan objek adalah alami, riil, asli keberadaannya. Proses urutan kajiannya sistematis dan menggunakan metode yang jelas. Kedudukannya teratur dan bersifat universal. Sedangkan tujuan ilmu alamiah adalah membentuk dan menggunakan teori untuk mencari kebenaran dan fakta tentang objek keberadaan sesuatu yang bersifat riil. Contoh pengetahuan ilmiah tentang listrik. Pada masa lalu sebelum ditemukan ilmu pengetahuan tentang listrik, manusia tidak dapat mengetahui dan memanfaatkan energi listrik.

Pada dasarnya pengalaman atau pengetahuan didasarkan pada interaksi indera manusia dengan alam atau materi yang berada di sekitarnya. Indera manusia memiliki keterbatasan, sehingga ilmu pengetahuan pada awalnya terbatas oleh kemampuan indera. Namun manusia masih memiliki kecerdasan sehingga dapat memikirkan dan menjangkau sesuatu yang tidak dapat dijangkau oleh indera yang ada. Keterbatasan indera manusia seperti: (1) penglihatan hanya dapat melihat pada area sinar tampak dan ukuran partikel tertentu, (2) pendengaran hanya mampu mendengarkan audio pada frekuensi 16 s.d. 20.000 Hz., dan indera yang lain (seperti pengecap, pembau, sensitifitas kulit dan sensitifitas daya pikir) juga terbatas. Dengan kecerdasan dan daya pikir, manusia dapat meningkatkan kemampuan penginderaan dengan dibantu dengan peralatan, analisis dan sintesis, pengukuran dan eksperimen.

Kerja ilmiah adalah proses kerja yang sesuai dengan prosedur konsep ilmiah berdasarkan Metode ilmiah. Metode ilmiah atau proses ilmiah merupakan proses keilmuan untuk memperoleh karya, pengetahuan, produk secara sistematis berdasarkan bukti fisis.

3. ILMU DASAR DAN TERAPANUNTUK PENGELOLAAN ENERGI PANASBUMI

Energi panasbumi adalah energi sumber daya alam berupa air panas atau uap air yang terbentuk dalam reservoir di dalam bumi melalui pemanasan air bawah permukaan oleh batuan beku panas (magma dingin yang beku). Model sistem panasbumi secara konsep diilustrasikan pada Gambar 1 dan konsep system pansbumu Ulubelu diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Model konsep sistem panasbumi (Kursus WGC, 2010)



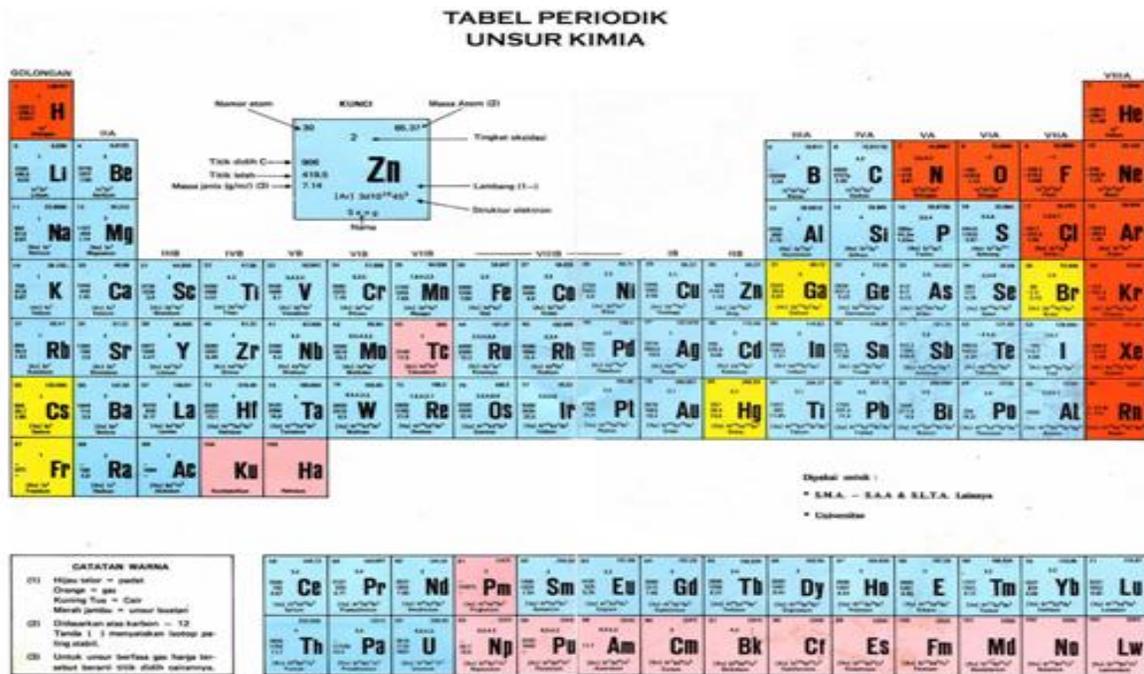
Gambar . Model sistem panasbumi Ulubelu (Pertamina Geothermal Energy, 2008)

Dalam mengelola energi listrik panasbumi membutuhkan beberapa tahapan meliputi eksplorasi lapangan panasbumi, perhitungan sumber daya, cadangan dan potensi energi listrik, penentuan daya listrik, pengembangan lapangan uap dan Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi (PLTP).

Untuk melaksanakan hal tersebut diperlukan ilmu dasar Ilmu Kimia, Ilmu Fisika, Geokimia, Geofisika, Geologi. Disamping itu juga diperlukan ilmu pendukung seperti Matematika dan Komputer. Sedangkan ilmu trepan yang tidak kalah penting seperti Termodinamika, Teknik Konstruksi dan Teknik Mesin.

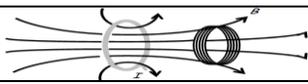
Secara sederhana yang perlu diketahui dalam ilmu kimia adalah macam unsur seperti tergambar dalam sistem periodeik unsur (Gambar 3). Selanjutnya Ilmu Kimia ini akan dimanfaatkan dalam Geokimia dengan berdasarkan interaksi batuan dengan unsure kimia tersebut.

Selanjutnya adalah Ilmu Fisika, terutama yang berhubungan dengan listrik, magnet, gayaberat, panas, suhu, electromagnet, tekanan, fluida, termodinamika dan gas ideal. Rumus sederhana berkaitan hal tersebut misalnya (lihat Tabel 1).



Gambar 3. Sistem periodik unsure kimia. Sistem ini dapat dimanfaatkan untuk mengetahui masing-masing karakter unsur kimia tersebut.

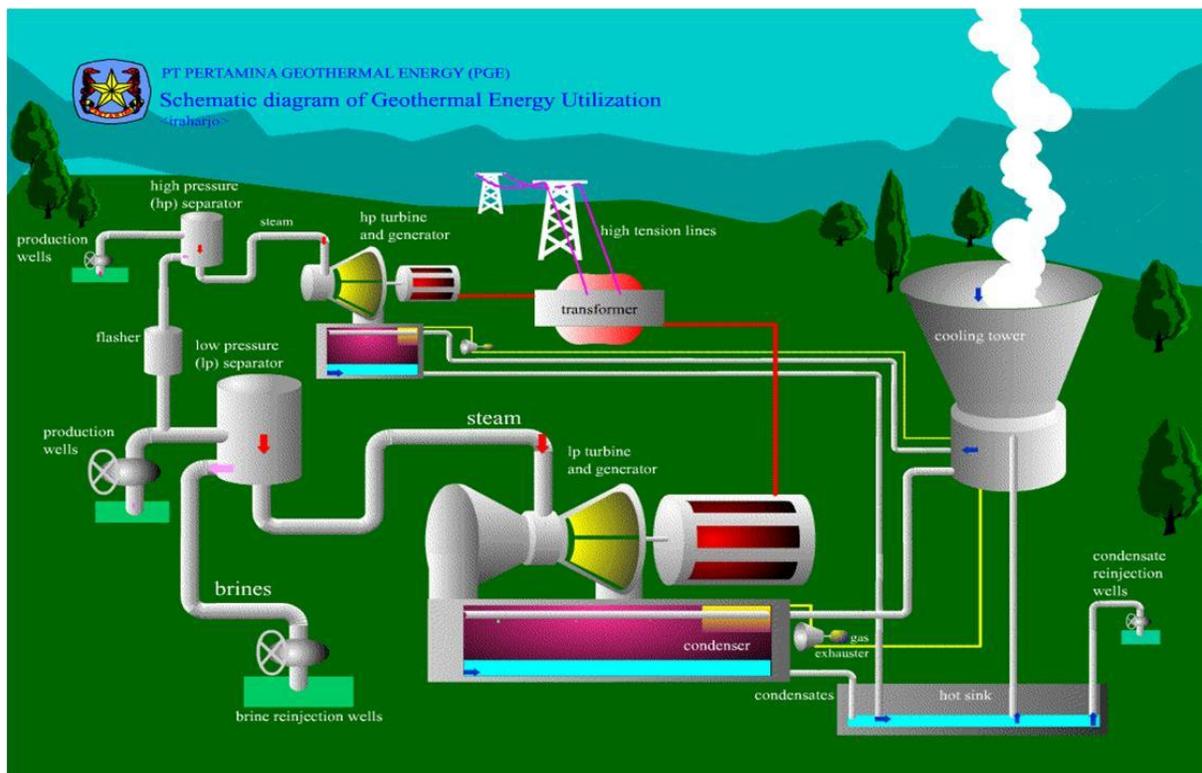
Tabel 1. Rumus sederhana yang penting berkaitan dengan Ilmu Fisika

No.	Cabang Ilmu Fisika	Teori atau Rumus
1.	Listrik	$I = V/R$
2.	Listri & Magnet	 $\epsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d(LI)}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$
3.	Panas, kalor dan suhu	$Q = m.c.t$
4.	Gaya berat (gravity)	$g = G (M/r^2)$
5.	Gas atau uap air	$(PV)/T = \text{tetap}$

(Sears dan Zemansky, 1962)

Ilmu Geologi berfungsi untuk menentukan kondisi geologi yang memungkinkan untuk dapat terakumulasinya air dan sumber panas di bawah permukaan bumi. Lebih dari itu Ilmu Geokimia sangat berfungsi untuk menentukan suhu di dalam reservoir di bawah permukaan yang secara teknologi saat ini masih mahal dan sulit dilakukan. Selain suhu Ilmu geokimia berfungsi untuk menentukan karakteristik sumber panas bumi. Begitu juga Ilmu Geofisika sangat berfungsi untuk menentukan ukuran (besar, luas dan keberadaan) system panas bumi yang telah diperkirakan berdasarkan data Geologi. Selanjutnya adalah ilmu terapan berkaitan rekayasa konstruksi, transfer energi dan mesin turbin yang berfungsi untuk menyusun perangkat bangunan, instalasi

4. PROSES KEGIATAN KERJA ILMIAH



Gambar 3. Sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) (PGE, 2008)

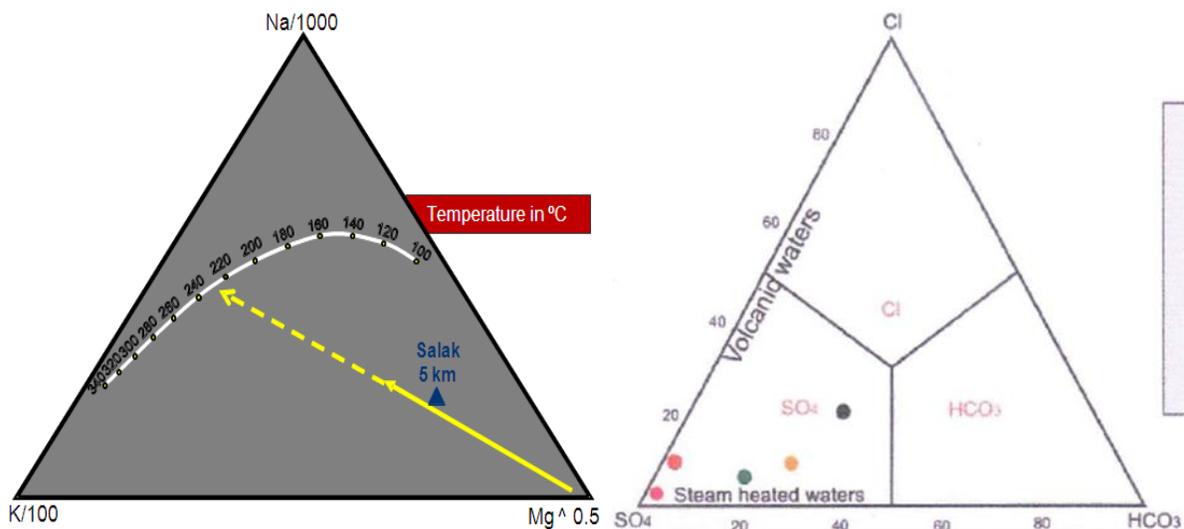
Proses kegiatan kerja pemanfaatan listrik energi panas bumi dapat dilihat pada Gambar 3. Dari gambar terlihat bahwa air panas, uap panas bertekanan tinggi diambil dari beberapa lubang bor, kemudian dikumpulkan dan disalurkan ke pemisah uap dan air. Airnya dikembalikan (dijeksikan) ke bumi, uapnya di teruskan ke tubin untuk memutar generator sehingga menimbulkan energi listrik.

Kalimat pada paragraph di atas tampak sederhana, tetapi dalam pelaksanaannya tidak mudah. Jika tidak dikerjakan secara ilmiah berdasarkan ilmu dasar dan ilmu terapan yang sesuai hal tersebut tidak akan terlaksana. Pertama berkaitan dengan penentuan cadangan sumber energi, kedua proses penyaluran energi dan yang ketiga proses transfer energi potensial menjadi energi listrik.

Tahap pertama, penentuan energi memerlukan Ilmu Geologi, Geokimia dan Geofisika dan Fisika. Berdasarkan Ilmu Geologi jika kita melihat lingkungan daerah seperti Gambar 4, dapat disimpulkan bahwa di daerah tersebut menunjukkan bahwa ada sumber energi panasbumi di bawah sekitar daerah tersebut.



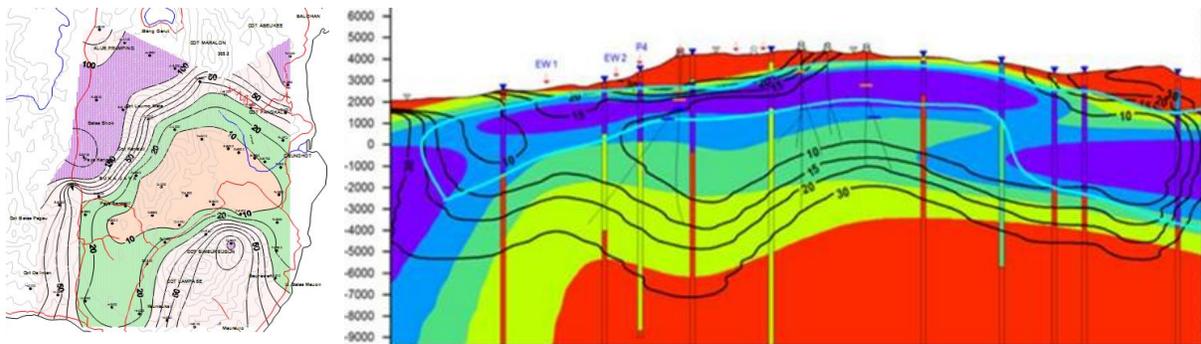
Gambar 4. Manifestasi panasbumi. Kiri, batuan alterasi panasbumi Ulubelu. Tengah, fumarol panasbumi Sekincau. Kanan, mata air panas panasbumi Suoh. (Suharno, 2010).



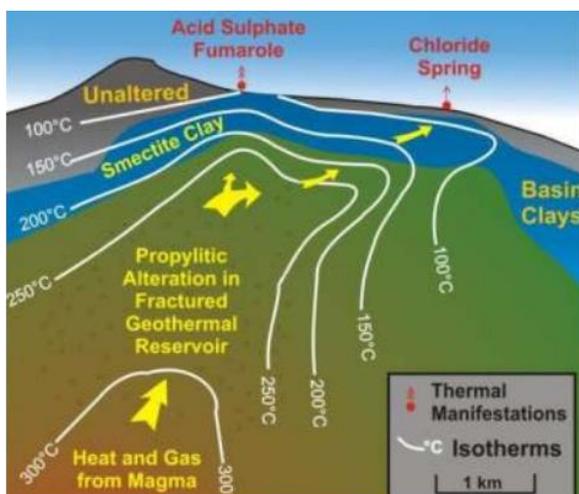
Gambar 5. Segitiga geoindikator. Kiri, indikator suhu berdasarkan kandungan larutan unsur kimia. Kanan, indikator penentu karakteristik jenis reservoir panasbumi (Symon, 1998).

Berdasarkan informasi geologi, selanjutnya perlu dilakukan penelitian geokimia untuk mengetahui apakah di bawah permukaan tersebut memiliki sumber energi panas bumi yang baik, bersuhu tinggi dan aman. Untuk mengetahui bahwa sumber panas bumi tersebut baik maka dilakukan perhitungan ion balance menggunakan rumus $\{(\sum kation + \sum anion)/(|\sum kation| + |\sum anion|)\} \times 100 \%$, jika hasilnya diantara -5 s.d. 5 %, maka system panas bumi tersebut termasuk baik. Untuk mengetahui bahwa reservoir di bawah permukaan sana bersuhu tinggi apa tidak bisa dilakukan dengan perhitungan geotermometer, untuk kali ini diperlihatkan satu metode penentuan suhu pada Gambar 5.

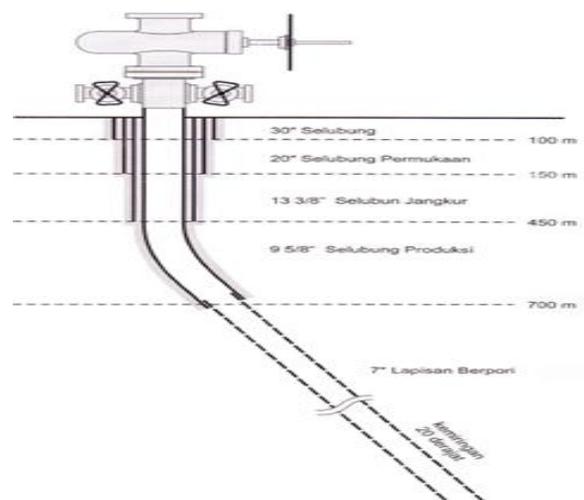
Berdasarkan Gambar 5 kiri, dapat diketahui suhu reservoir, sehingga besarnya potensi energi yang tersimpan pada system panas bumi tersebut dapat diketahui. Sedangkan segitiga bagian kiri dapat digunakan jenis reservoir panas bumi sehingga dapat diketahui apakah system tersebut aman atau tidak jika diproduksi.



Gambar 5. Hasil kerja geolistrik dalam rangka menentukan luas dan kedalaman daerah prospek panas bumi. Kiri, hasil eolistrik mapping (Widodo dan Suhatno, 2005). Kanan, hasil resistivitas MT (Workshop Geofisika, 2012)



Gambar 6. Model sistem panas bumi (workshop geofisika, 2012)

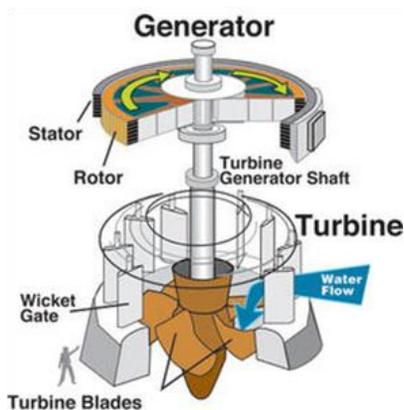


Gambar 7. Strategi pemboran membentuk sudut (Suharno, 2010)

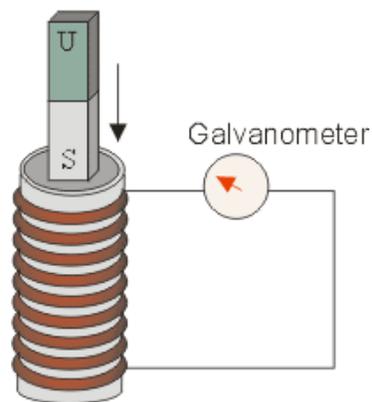
Kerja geofisika berfungsi untuk menentukan ukuran (besar, luas dan kedalaman) reservoir sehingga dengan menggabungkan data suhu yang diperoleh secara geokimia dapat untuk menentukan cadangan energi listriknya. Gambar 6, menunjukkan hasil kerja geofisika.

Setelah eksplorasi 3G (geologi, geokimia dan geofisika), maka baru dapat dibuat konsep reservoir panasbumi (Gambar 6). Setelah dihasilkan Gambar 6, selanjutnya dilakukan pemilihan lokasi pemboran untuk mendapatkan air panas dan uap yang bersuhu dan bertekanan tinggi. Namun, sering terjadi masalah ketika akan melakukan pemboran. Pemboran tidak dapat dilakukan langsung di atas lokasi yang memiliki suhu tinggi dan cadangan besar. Untuk itu, perlu dilakukan modifikasi pemboran dengan sistem pemboran membentuk sudut (Gambar 7). Pemboran membentuk sudut hanya dapat dilakukan dengan kemiringan maksimum 30 derajat, sehingga jarak terjauh yang dapat dicapai hanya 1/2 jarak maksimum lubang bor. Lebih dari itu pemboran miring tidak dapat langsung dari permukaan, melainkan harus bertahap.

Setelah pemboran sukses, selanjutnya perlu disiapkan konstruksi pemipaan dengan mengikuti teknik konstruksi dan standar pemipaan yang memenuhi standar. Hasil uap dan air panas yang disalurkan ke pipa, ditampung dan dilakukan pemisahan. Uap hasil pemisahan disalurkan ke turbin uap yang standar seperti Gambar 8.



Gambar 8. Sistem turbin
(www. Turbin, 2012)



Gambar 9. Sistem perubahan energi magnet ke listrik

Turbin pada Gambar 8, dapat berputar keras akibat adanya tekanan uap yang masuk ke dalam turbin. Turbin kemudian memutar generator. Generator yang berputar didesain sehingga dapat menghasilkan listrik berdasarkan prinsip kerja listrik magnet. Akhirnya energi potensial tekanan uap air dapat ditransfer menjadi listrik yang dapat disalurkan ke instalasi listrik, yang dapat digunakan untuk keperluan masyarakat.

5. PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN

Memang sungguh sangat memprihatinkan di era nanteknologi di zaman teknologi canggih saat ini, masih banyak ditemukan seorang sarjana, datang ke dukun untuk bantuan agar jabatannya tetap langgeng. Tidak mengherankan jika warga masyarakat lebih percaya kepada “Batu Ponari” untuk mengobati penyakitnya. Hal tersebut sangat naïf, karena tidak ada bukti nyata dan bukti ilmiahnya. Dengan terbatasnya indera manusia, sering terjadi pembohongn. Sesuatu

yang mirip sering diekspose seperti suatu yang sebenarnya (seperti kasus mutiara yang keluar dari mata). Semua hal tersebut perlu diuji, dibuktikan secara ilmiah, karena pembuktian secara ilmiah itulah jawaban yang jujur dan sebenar. Seperti batuan dan Kristal memiliki sifat fisika dan kimia yang riil dapat diuji dan dibuktikan secara ilmiah, dan tentunya akan memiliki sifat fisika dan kimia yang berbeda dengan Kristal palsu (ketika diuji secara ilmiah tidak memenuhi sifat fisika maupun kimia suatu kristal yang asli). “Batu Ponari” begitu juga, ketika banya orang berobat mencari kesembuhan, justru yang terjadi banyak yang pinsan karena berdesakan, bahkan ada yang meninggal karena terinjak-injak. Oleh karena itu mari kita kembangkan budaya ilmiah melalui pemanfaatan dasar dan ilmu terapan.

Pengembangan budaya ilmiah berlaku secara universal, objektif, nyata, teratur, sistematis dan jujur. Jika tidak memenuhi kriteria tersebut maka akan terjadi penyelewengan ilmiah yang akan mengakibatkan ketimpangan ilmiah yang akan menimbulkan resiko yang nyata. Resiko tersebut jika kecil hanya menyebabkan ketidakseimbangan, tetapi jika besar bahkan sangat besar maka akan menimbulkan bencana.

Hanya dengan budaya dan sistem kerja ilmiah pemanfaatan ilmu dasar dan terapan potensi energi panasbumi dapat dimanfaatkan menjadi energi yang memenuhi kebutuhan kehidupan sehari-hari seluruh manusia di dunia ini.

Peningkatan peran Ilmu Dasar dan Terapan sangat penting dalam rangka memasyarakatkan budaya ilmiah. Sinergi proses kerja ilmiah sangat penting dalam rangka menyelesaikan problem pekerjaan nyata, misalnya dalam rangka memanfaatkan energi panasbumi. Energi hanya dapat dimanfaatkan ketika energi tersebut diubah menjadi energi listrik. Proses perubahan energi panasbumi menjadi energi listrik membutuhkan pengetahuan ilmiah dan teknologi terapan. Energi panasbumi tidak dapat diketahui oleh manusia menggunakan indera biasa, namun dapat diketahui menggunakan ilmu dasar ditambah ilmu terapan. Ilmu dasar seperti Ilmu Kimia, Fisika, Geologi, Geokimia dan Geofisika digunakan untuk mengetahui besarnya cadangan energi panasbumi, baik buruknya energi tersebut, dan aman atau tidaknya jika diproduksi. Jika sumber energi tersebut baik, aman dan ekonomis, maka selanjutnya diproduksi dengan menggunakan ilmu-ilmu terapan dan rekayasa. Ilmu-ilmu Terapan tersebut meliputi Teknologi Pemboran, Teknologi Pemipaan, Teknik Konstruksi, Teknik Mesin dan Teknik Listrik.

Dengan proses kerja ilmiah tersebut akhirnya energi panasbumi yang tersimpan sebagai energi panas dan energi potensial (tekanan) dapat digunakan untuk kebutuhan energi dunia yang telah disebutkan terdahulu bahwa dapat menggantikan kebutuhan energi bahan bakar minyak (BBM) setara dengan 12 milyar barel.

Tentunya masih banyak persoalan lain yang dapat diatasi dengan sistem kerja ilmiah berdasarkan ilmu dasar dan terapan. Oleh karena itu prinsip ilmiah harus dijaga dan diterapkan secara jujur, konsisten dan bertanggungjawab, karena jika tidak dilaksanakan dengan benar dan konsisten maka akan mengakibatkan penyimpangan bahkan bisa jadi bencana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan disampaikan kepada panitia seminar tahunan FMIPA Unila, yang telah memberikan kesempatan untuk menyampaikan makalah ini, kepada manajemen Pertamina Geothermal Energy dan manajemen Chevron Geothermal Energy yang telah banyak mendukung tersusunnya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- F.W.Sears dan M.W.Zemansky, 1962. Fisika untuk Universitas (saduran bebas oleh Ir. Sudaryono dan Drs. Amir Achmad. Jakarta, 16 Mei 1962.
- PGE, 2008. Presentasi sosialisasi perkembangan proyek panasbumi Ulubelu oleh Pertamina Geothermal Energy 2008.
- S. Symon, 1998. Buku materi Kuliah Geokimia Geothermal Geosciences. The University of Auckland 1998.
- Suharno, 2010. Pengebangnan Prospek Panasbumi. Buku Ajar Teknik Geofisika tahun 2010.
- S. Widodo dan E Suharno, 2005. Penyelidikan Geolistrik Schlumberger do Daerah Panasbumi Jaboi Kota Sabang, provinsi Nangroe Aceh Darussalam. Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan Subdit Panasbumi 2001.
- World Geothermal Congress (WGC), 2010. Bulletin Laporan kegiatan WGC 2010 di Denpasar, Bali, Indonesia
- Workshop Geofisika, 2012. Materi penyampaian eksplorasi geothermal oleh Chevron Geothermal Energy, 19 – 25 Juni 2012.
- WWW. Tubin Air Turbin Gas, 2012. Berbagai Turbin gas dan Turbin Air.