

Analysis of Activities and Issues in Indonesian Geothermal Energy

Ulfi Rizki Fitria

Mining Exploration, Bandung Institute of Technology and Science

e-mail : rizkulf@gmail.com

ABSTRACT

Geothermal energy in Indonesia gives opportunities provision and use of environmentally friendly energy. The utilization of geothermal energy in the Indonesians will not be separated from the acquisition, implementation, and development of geothermal technology. Such activities generally involves three basic elements, there is exploration, exploitation and conversion of power generation systems. The application of geothermal technology today get some problems, especially in the low-success ratio in getting productive wells with high enthalpy. In this paper will be reviewed opportunities, activities, and obstacles encountered in geothermal activity. Geothermal activities will be successful when done with the application of technology and science multidisciplinary approach involving the role of government in terms of policy making.

Keywords :Geothermal, technology, success-ratio, multidisciplinary.

SARI

Usaha penguasaan teknologi panasbumi di Indonesia memberikan peluang penyediaan dan pemanfaatan energi berwawasan lingkungan. Kegiatan pemanfaatan energi panasbumi di Indonesia tidak akan terlepas dari penguasaan, penerapan, dan pengembangan teknologi panas bumi. Kegiatan-kegiatan tersebut secara umum menyangkut tiga unsur pokok, yaitu eksplorasi, eksploitasi dan sistem konversi pembangkit tenaga. Penerapan teknologi panas bumi hingga saat ini menemui beberapa hambatan terutama tentang rendahnya success-ratio dalam mendapatkan sumur-sumur produktif dengan entalpi tinggi. Dalam tulisan ini akan dikaji peluang, kegiatan, dan kendala yang dihadapi dalam usaha panas bumi. Kegiatan usaha panas bumi akan berhasil bila penerapan teknologi dilakukan dengan pendekatan multidisiplin ilmu dan melibatkan peran pemerintah dalam hal pembuatan kebijakan.

Kata Kunci: Panas bumi, teknologi, success-ratio, multidisiplin.

I. PENDAHULUAN

Pada zaman ini krisis energi merupakan masalah yang cukup serius dan perlu penanganan lebih lanjut. Diperlukan energi alternatif selain energi yang mengandalkan bahan bakar fosil. Energi alternatif tersebut setidaknya harus memiliki sifat ramah lingkungan. Geothermal merupakan salah satu pilihan tepat untuk dijadikan sumber energi alternatif yang cukup bisa menggantikan minyak bumi terutama di daerah Indonesia yang mempunyai lima ratus gunung api, yang sekitar 130 diantaranya masih aktif. Geothermal adalah energi panas bumi yang berasal dari uap air yang terpanaskan dalam perut bumi, panasnya menyebabkan air yang mengenainya berubah menjadi uap bertekanan tinggi yang akhirnya muncul di muka bumi. Energi panas bumi (geothermal) di Indonesia baru dimanfaatkan 4 persen dari potensi yang ada. Dalam makalah ini disampaikan beberapa kendala yang menjadi hambatan pengembangan listrik dari panas bumi. Baik yang berkaitan dengan teknologi panasbumi, kualitas sumber daya manusia, maupun kendala administratif yang menyangkut perizinan.

II. POTENSI ENERGI PANAS BUMI INDONESIA

Potensi energi panas bumi di Indonesia mencakup 40% potensi panas bumi dunia, tersebar di 251 lokasi pada 26 propinsi dengan total potensi energi 27.140 MW atau setara 219 Milyar ekuivalen Barrel minyak. Kapasitas terpasang saat ini 1.194 atau 4% dari seluruh potensi yang ada.

Potensi Sumber Daya dan Cadangan Panas Bumi di Indonesia

Lokasi	Potensi Sumber Daya (Resources), MWe		Cadangan (Reserve), MWe			Kapasitas Terpasang 2009 (MWe)
	Spekulatif	Hipotesis	Terduga (Probable)	Mungkin (Possible)	Terbukti (Proven)	
Sumatera	5.275	2.194	5.555	15	380	12
Jawa	2.235	1.446	3.175	885	1.815	1117
Bali-Nusa Tenggara	360	359	943	-	14	
Sulawesi	925	12	865	150	78	60
Maluku	400	37	297	-	-	
Kalimantan	45	-	-	-	-	
Papua	50	-	-	-	-	
Total 256 Lokasi	9.290	4.048	10.835	1.050	2.287	
	13.338		14.172			
Total Indonesia	27.510 MWe					Total: 1.189 MWe

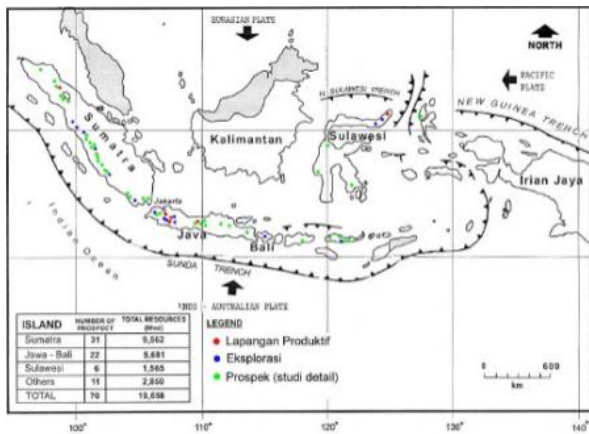
Sumber: [B. Setiawan, 2009, dimodifikasi]



Gambar: Potensi Panasbumi di Indonesia

Sumber: <http://ibnudwibandono.wordpress.com>

Indonesia secara geologis terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama yaitu : Lempeng Eropa-Asia, India-Australia dan Pasifik yang berperan dalam proses pembentukan gunung api di Indonesia. Kondisi geologi ini memberikan kontribusi nyata akan ketersediaan energi panas bumi di Indonesia. Manifestasi panas bumi yang berjumlah tidak kurang dari 244 lokasi tersebar di P. Sumatera, Jawa, Bali, Kalimantan, Kepulauan Nusa Tenggara, Maluku, P. Sulawesi, Halmahera dan Irian Jaya, menunjukkan betapa besarnya kekayaan energi panas bumi yang tersimpan di dalamnya.



Gambar: Peta Persebaran Potensi Panasbumi di Indonesia

Sumber: <http://ibnudwibandono.wordpress.com>

Energi panas bumi merupakan energi yang ramah lingkungan karena fluida panas bumi setelah energi panas diubah menjadi energi listrik, fluida dikembalikan ke bawah permukaan (reservoir) melalui sumur injeksi. Penginjeksian air kedalam reservoir merupakan suatu keharusan untuk menjaga keseimbangan masa sehingga memperlambat penurunan tekanan reservoir dan mencegah terjadinya subsidence. Penginjeksian kembali fluida panas bumi setelah fluida tersebut dimanfaatkan untuk pembangkit listrik, serta adanya *recharge* (rembesan) air permukaan, menjadikan energi panas bumi sebagai energi yang berkelanjutan (*sustainable energy*).

Eksplorasi dan eksploitasi sumber energi panasbumi di Indonesia saat ini masih tergantung pada negara asing yang relatif lebih maju dalam penguasaan teknologi panasbumi. Beberapa kendala masih harus diatasi untuk mengurangi hingga meniadakan ketergantungan pada negara asing dalam pengembangan pemanfaatan sumber energi lestari ini.

III. KEGIATAN DAN KENDALA USAHA PANAS BUMI

Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 59 tahun 2007 tentang Kegiatan Usaha Panas Bumi, Kegiatan Usaha Panas Bumi adalah suatu kegiatan untuk menemukan sumber daya Panas Bumi sampai dengan pemanfaatannya baik secara langsung maupun tidak langsung.

JORC Code 2012
A Scoping Study
Pre-Feasibility Study
A Feasibility Study

Tahapan kegiatan usaha panas bumi berdasarkan PP No.59 tahun 2007 meliputi:

- Survei Pendahuluan
- Penetapan Wilayah Kerja dan Pelelangan Wilayah Kerja
- Eksplorasi
- Studi Kelayakan
- Eksplotasi dan
- Pemanfaatan

Survei pendahuluan adalah kegiatan yang meliputi pengumpulan, analisis dan penyajian data yang berhubungan dengan informasi kondisi geologi, geofisika, dan geokimia untuk memperkirakan letak dan adanya sumber daya Panas Bumi serta wilayah kerja. Survei pendahuluan dilakukan oleh pemerintah pusat dan/ pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya, namun demikian dapat menugasi pihak lain untuk melakukannya. Secara garis besar pekerjaan yang dilakukan pada tahap ini terdiri dari: studi literatur, survey

lapangan, analisis data, penentuan daerah prospek dan menentukan jenis survei yang akan dilakukan selanjutnya. Tahapan ini memerlukan waktu beberapa bulan sampai satu tahun.

Eksplorasi adalah rangkaian kegiatan yang meliputi penyelidikan geologi, geofisika, geokimia, pengeboran uji, dan pengeboran sumur eksplorasi yang bertujuan untuk memperoleh dan menambah informasi kondisi geologi bawah permukaan guna menemukan dan mendapatkan perkiraan potensi Panas Bumi. Luas daerah yang akan disurvei tergantung keadaan geologi morfologi, umumnya daerah yang disurvei adalah 500-1000 km², namun ada juga yang hanya seluas 10-100km².

Studi Kelayakan(feasibility study) adalah tahapan kegiatan usaha pertambangan Panas Bumi untuk memperoleh informasi secara rinci seluruh aspek yang berkaitan untuk menentukan kelayakan usaha pertambangan Panas Bumi, termasuk pemboran sumur deliniasi atau studi jumlah cadangan yang dapat dieksploitasi. Masa studi kelayakan berlangsung paling lama dua tahun sejak masa eksplorasi berakhir.

Eksplotasi adalah rangkaian kegiatan pada suatu wilayah kerja tertentu yang meliputi pengeboran sumur pengembangan dan sumur reinjeksi, pembangunan fasilitas lapangan dan operasi produksi sumber daya panas bumi.

Pemanfaatan Langsung adalah kegiatan usaha pemanfaatan energi dan/atau fluida Panas Bumi untuk keperluan nonlistrik, baik untuk kepentingan umum maupun untuk kepentingan sendiri.

Contoh: untuk pemanasan, pengeringan



Photo Credit: California Energy Commission

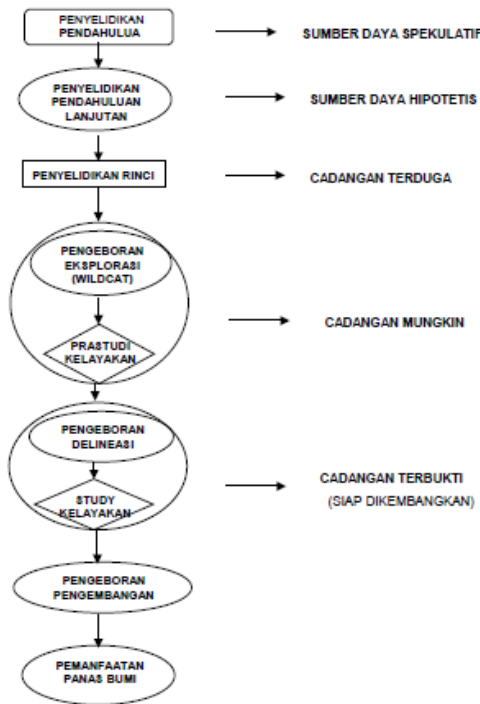
Pemanfaatan Tidak Langsung untuk tenaga listrik adalah kegiatan usaha pemanfaatan energi Panas Bumi untuk pembangkit tenaga listrik, baik untuk kepentingan umum maupun untuk kepentingan sendiri.

Contoh: Pada PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas-Bumi)



Photo credit: California Energy Commission

Berdasarkan SNI 13-5012-1998 yang diterbitkan oleh BSN, alur kegiatan penyelidikan dan pengembangan panas bumi adalah



Di Indonesia, tahapan kegiatan pengembangan panas bumi diatur dalam Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2003 tentang Panas Bumi. Kegiatan operasional panas bumi terdiri dari survei, eksplorasi, studi kelayakan, eksploitasi, dan pemanfaatan. Menurut (Wards S.H dkk, 1982), tahapan eksplorasi panas bumi beserta biayanya adalah sebagai berikut

- ✓ Tahap Studi Literatur yang meliputi pengumpulan data sekunder, analisa foto udara, studi geomorfologi, geologi regional, geomagnet regional dan laporan geologi lainnya yang berkaitan. Kegiatan ini diperlukan dana 20.000 dolar AS.
- ✓ Tahap Studi Tinjau pada suatu areal yang luas yang ditentukan dari hasil studi literatur. Kegiatannya meliputi pengambilan contoh untuk analisa kimia dan isotop dari contoh air, pemetaan geologi pendahuluan dengan skala tertentu, dan pengukuran gradient geothermal. Kegiatan ini dimaksudkan untuk menaksir temperatur dan kondisi geologi faktual di lapangan panas bumi. Tahap ini memerlukan biaya 90.000 dolar AS.
- ✓ Tahap Pemetaan areal Prospek dengan skala semi rinci pada areal terpilih yang mempunyai peluang besar untuk memperoleh sumber uap panas bumi dari hasil eksplorasi tahap sebelumnya. Kegiatan yang dilakukan meliputi pemetaan struktur geologi dengan tujuan mendapatkan data patahan dan areal reservoir panas bumi. Biaya yang diperlukan 15.000 dolar AS.
- ✓ Penilaian areal prospek yang meliputi kegiatan pengukuran gradien geothermal dengan metoda pemboran dengan biaya 100.000 dolar AS,

kegiatan pengamatan unsur kimia jarang, mineral ubahan dan pengukuran temperatur dengan biaya 25.000 dolar AS. Tujuannya memperoleh data geologi bawah permukaan.

- ✓ Sistem modeling dengan kegiatan evaluasi data yang diperoleh sebelumnya sehingga dapat tersusun model panas bumi daerah prospek. Pekerjaan ini memerlukan dana 10.000 dolar AS.
- ✓ Tahap Pembuatan Foto Udara Berwarna dengan sasaran membuat peta dasar rupa bumi (topografi). Tujuannya untuk membuat peta dasar yang akan digunakan untuk pemetaan geologi rinci dan kegiatan eksplorasi lainnya.
- ✓ Tahap Deliniasi Areal Prospek yakni penggambaran areal prospek dengan kegiatan pemetaan geologi skala rinci (1:6000) dan pengukuran tahanan jenis (geolistrik) dan potensial diri. Biaya yang diperlukan mencapai 70.000 dolar AS.
- ✓ Tahap Modelling, dengan menggunakan metode numerik dan komputerisasi dengan biaya 20.000 dolar AS.
- ✓ Pemboran Uji dengan tujuan menguji hasil eksplorasi yang dilakukan sebelumnya dengan pemboran uji dengan kedalaman antara 500-800 m. Biaya yang diperlukan 240.000 dolar AS
- ✓ Evaluasi pemboran dengan melakukan analisa isotop dengan tujuan perkiraan temperatur reservoir, sistem hidrotermal, perkiraan permeabilitas batuan inti bor dan serbuk pemboran, pengamatan mineral ubahan, litologi, logging geofisika. Biaya yang diperlukan mencapai 55.000 dolar AS. Penyelidikan struktur geologi dengan menggunakan metode sismik pantul dengan biaya antara 60.000 – 125.000 dolar AS. Pekerjaan ini dilakukan bila keyakinan penyelidikan sebelumnya masih diragukan.
- ✓ Tahap Sistem Modeling dengan tujuan evaluasi data permukaan dan bawah permukaan yang diperoleh dari pemboran. Pekerjaan khusus ini memerlukan waktu 2 bulan dengan menyerahkan pekerjaan ke pihak ke-3 (konsultan ahli senior 2 orang) dengan biaya 40.000 dolar AS.
- ✓ Pemboran Uji Produksi berdasarkan hasil evaluasi seluruh data yang diperoleh termasuk masukan dari konsultan. Biaya yang diperlukan 3.750.000 dolar AS untuk 3 sumur dengan total kedalaman 1.525 meter.
- ✓ Uji Produksi terhadap hasil pemboran uji produksi dengan kegiatan melakukan analisa isotop, mineral ubahan dan logging dengan dana 35.000 dolar AS.
- ✓ Tahap Modeling Reservoir dengan menggunakan perekayasa reservoir dengan biaya 40.000 dolar AS.
- ✓ Studi Kelayakan untuk pengembangan, konstruksi.



Sumber: File:hen/srt/master Grafik-2.ppt

Sedangkan kegiatan eksploitasi meliputi unsur-unsur *dilling, reservoir physics and engineering* dan *production technology*. Teknologi pengeboran di Indonesia teteh mencapai suatu tingkatan yang relatif mantap mengingat bekal dalam perminyakan telah berkembang. Indonesia memerlukan waktu yang cukup lama untuk dapat menghasilkan sarjana dan ahli panasbumi dalam jumlah yang memadai, yang memahami baik bidang science maupun bidang energy. Hal ini merupakan kendala mendasar lain mengingat sarjana earth science pada umumnya kurang mendalami bidang energy, sebaliknya sarjana bidang energy umumnya kurang memahami bidang earth science seperti stratigrafi, petrofisik dan sebagainya. Untuk mempercepat penguasaan teknologi panasbumi, diperlukan langkah-langkah yang dapat dijadikan sebagai jembatan bagi sarjana geologi dan geofisika yang kurang mendalami termodinamika, dinamika fluida dan perpindahan panas, dan sarjana energi yang memerlukan pendalaman keahlian bidang earth science.



Sumber: File:hen/srt/master Grafik-2.ppt

Konversi Energi berkaitan dengan fasilitas permukaan seperti turbin uap, heat exchanger dan condenser yang sebagian besar masih tergantung pada produk negara asing. Hal ini disebabkan oleh tingkat perkembangan sektor industri bidang ini masih dalam tahap pertumbuhan. Alternatif pemecahan permasalahan ini sangat tergantung pada kebijaksanaan pemerintah mengingat proses transfer of technology merupakan komoditi mahal. Keterlibatan tenaga ahli Indonesia dalam bentuk seperti magang pada kerjasama pemerintah/swasta dengan pihak asing, dan berpartisipasi aktif dalam perancangan power plant maupun pilot plant dapat digunakan sebagai langkah transfer of technology dalam pemanfaatan dan pengembangan teknologi panasbumi.

Pemanfaatan	Pemanfaatan	
Eksplorasi	Pemboran Pengembangan	
Studi Kelayakan	Studi Kelayakan	Cadangan Terbukti
	Pemboran Delineasi	Cadangan Terbukti
	Pra-Studi Kelayakan	Cadangan Mungkin
	Pemboran Eksplorasi	
	Penyelidikan Rinci	Cadangan Terduga
Survei Pendahuluan	Penyelidikan Pendahuluan Lanjut	Sumber Daya Hipotesis
	Penyelidikan Pendahuluan	Sumber Daya Spekulatif

UU No 27 Tahun 2003

SNI 13-5012-1998

Kelas Potensi



Bagan: Kegiatan Pengembangan Panas Bumi

Robi Irsamukhti
irsamukhti.blogspot.com

KENDALA USAHA PANAS BUMI

Proyek panas bumi memiliki resiko yang tinggi dan memerlukan dana yang besar, oleh karena itu sebelum suatu lapangan panasbumi dikembangkan perlu dilakukan pengkajian yang hati-hati untuk menilai apakah sumberdaya panas bumi yang terdapat di daerah tersebut menarik untuk diproduksi. Penilaian kelayakan meliputi beberapa aspek, yang utama adalah: aspek teknis, pasar dan pemasaran, finansial, legal serta sosial ekonomi.

Dari segi aspek teknis, hal-hal yang harus dipertimbangkan adalah:

1. Sumberdaya mempunyai kandungan panas atau cadangan yang besar sehingga mampu memproduksi uap untuk jangka waktu yang cukup lama, yaitu sekitar 25-30 tahun.
2. Reservoirnya tidak terlalu dalam, biasanya tidak lebih dari 3 km.
3. Sumberdaya panasbumi terdapat di daerah yang relatif tidak sulit dicapai.
4. Sumberdaya panasbumi memproduksi fluida yang mempunyai pH hampir netral agar laju korosinya relatif rendah, sehingga fasilitas produksi tidak cepat terkorosi. Selain itu hendaknya kecenderungan fluida membentuk scale relatif rendah.
5. Sumberdaya panasbumi terletak di daerah dengan kemungkinan terjadinya erupsi hidrotermal relatif rendah. Diproduksikannya fluida panasbumi dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya erupsi hidrotermal
6. Hasil kajian dampak lingkungan

Dari aspek pasar dan pemasaran, hal-hal yang harus dipertimbangkan adalah kebutuhan konsumen dan ketersediaan jaringan distribusi.

Dari aspek finansial, perlu dilakukan pengkajian terhadap dana yang diperlukan, sumber dana, proyeksi arus kas, indikator ekonomi, seperti NPV, IRR, PI dll, serta perlu juga dipertimbangkan pengaruh perubahan ekonomi makro.

Dari aspek sosial ekonomi, perlu dipertimbangkan pengaruh proyek terhadap penerimaan negara, kontribusi proyek terhadap penerimaan pajak, jasa-jasa umum yang dapat dinikmati manfaatnya oleh masyarakat dan kontribusi proyek terhadap kesempatan kerja, alih teknologi dan pemberdayaan usaha kecil

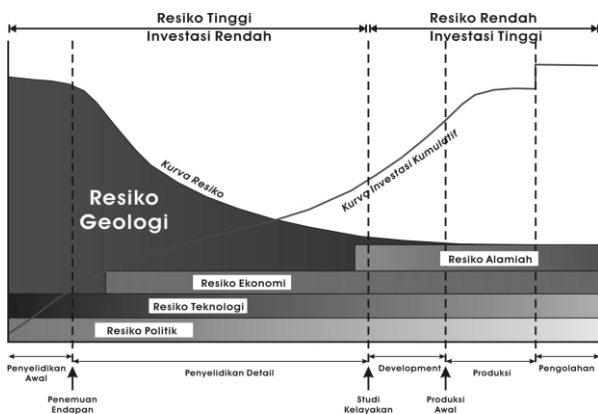
Menurut Sanyal dan Koenig (1995), ada beberapa resiko dalam pengusahaan panas bumi, yaitu:

1. Resiko yang berkaitan dengan sumberdaya (resource risk), yaitu resiko yang berkaitan dengan:
 - Kemungkinan tidak ditemukannya sumber energi panas bumi di daerah yang sedang dieksplorasi (resiko eksplorasi).
 - Kemungkinan besarnya cadangan dan potensi listrik di daerah tersebut lebih kecil dari yang diperkirakan atau tidak bernilai komersial (resiko eksplorasi).

- Kemungkinan jumlah sumur eksplorasi yang berhasil lebih sedikit dari yang diharapkan (resiko eksplorasi).
- Kemungkinan potensi sumur (well output), baik sumur eksplorasi lebih kecil dari yang diperkirakan semula (resiko eksplorasi).
- Kemungkinan jumlah sumur pengembangan yang berhasil lebih sedikit dari yang diharapkan (resiko pengembangan).
- Kemungkinan potensi sumur (well output) sumur pengembangan lebih kecil dari yang diperkirakan semula (resiko pengembangan).
- Kemungkinan biaya eksplorasi, pengembangan lapangan dan pembangunan PLTP lebih mahal dari yang diperkirakan semula.
- Kemungkinan terjadinya problem-problem teknis, seperti korosi dan scaling (resiko teknologi) dan problem-problem lingkungan.

2. Resiko yang berkaitan dengan kemungkinan penurunan laju produksi atau penurunan temperatur lebih cepat dari yang diperkirakan semula (resource degradation).
3. Resiko yang berkaitan dengan kemungkinan perubahan pasar dan harga (market access dan price risk).
4. Resiko pembangunan (construction risk).
5. Resiko yang berkaitan dengan perubahan manajemen (Management risk).
6. Resiko yang menyangkut perubahan aspek legal dan kemungkinan perubahan kebijaksanaan pemerintah (legal & regulatory risk).
7. Resiko yang berkaitan dengan kemungkinan perubahan bunga bank dan laju inflasi (Interest & inflation risk).
8. Force Majeure.

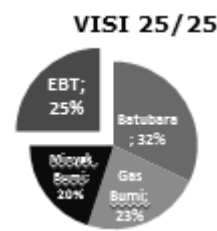
Pentahapan, Resiko dan Investasi dalam Industri Pertambangan (Sinclair and Blackwell, 2006)



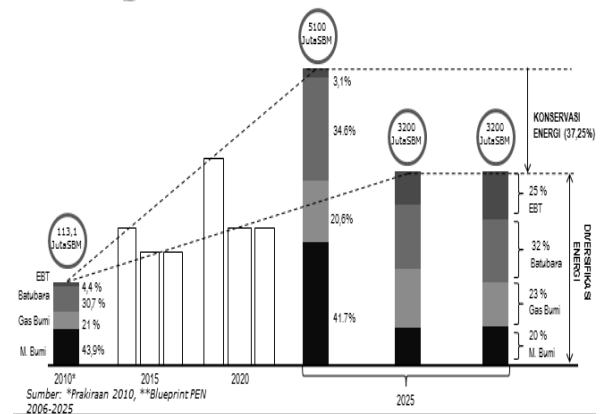
Bagan ini kurang lebih juga berlaku pada investasi dalam usaha kegiatan geothermal.

Pengembangan teknologi panasbumi adalah usaha multidisiplin ilmu. Hal ini merupakan tantangan besar dalam pemecahan persoalan teknologi usaha panas bumi. Pengembangan konsep multidisiplin meliputi penguasaan

teknologi tiap tahapan kegiatan panas bumi, mulai dari eksplorasi, eksploitasi, dan pemanfaatannya.



Kebijakan Energi Nasional dengan visi 25/25 memiliki visi pemanfaatan energi baru terbarukan sebesar 25% dari energy mix nasional (~30.000 MW). Misi kebijakan energi nasional adalah pemberdayaan sumber daya menuju kemandirian energi sustainable, (high reliability) ramah lingkungan serta optimalisasi nilai tambah (economic multiply growth).



Dukungan pemerintah sangat diperlukan karena berbagai kebijakan dan produk hukum dalam percepatan pengembangan geothermal telah dikeluarkan, namun dalam implementasinya masih perlu fasilitator pemerintah dalam penyelesaian hambatan dan kendala baik dari segi administrasi perijinan dan penggunaan lahan, segi operasional maupun segi bisnis.

IV. PENUTUP

Potensi energi panas bumi yang besar dan ramah lingkungan berbeda dengan sumber energi fosil demikian juga dibandingkan dengan energi air yang tergantung pada musim/cuaca. Energi panas bumi tersedia sepanjang waktu. Mengingat potensi energi panas bumi sangat berlimpah maka pemanfaatannya diharapkan juga semaksimal mungkin. Oleh karena itu penguasaan dibidang teknologi tiap tahapan usaha panas bumi harus diperhatikan dengan meningkatkan multidisiplin ilmu sarjana yang mendalami bidang panas bumi. Dukungan pemerintah sebagai pengambil dan pembuat kebijakan diharapkan mempercepat pengembangan usaha panas bumi. Masalah kelembagaan, penetapan harga patokan penjualan tenaga listrik dan beberapa kendala lainnya diharapkan dapat terselesaikan dengan cepat dan baik. Resiko yang berkaitan dengan sumberdaya, bisnis, teknologi, maupun operasional diharapkan bisa diminimalisir sehingga usaha panasbumi menjadi proyek yang layak dan menarik investor sehingga banyak daerah layak untuk diproduksi.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Dr. Ir. Sutrisno, MSME (1955). *Penguasaan Teknologi Energi Panasbumi Indonesia*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sigit Setiawan (2012). *Analisis terhadap Prospek, Kendala, dan Dukungan Kebijakan: Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Vol. XX (1) Tahun 2012*.
- Undang-Undang No. 27 Tahun 2003 Tentang Panas Bumi

Standar Nasional SNI 13-5012-1998 Klasifikasi Potensi Energi Panas Bumi di Indonesia

Badan Beologi, 2008. Potensi Energi Panas Bumi Indonesia Kasbani, Badan Geologi. Tipe Sistem Panas Bumi di Indonesia dan estimasi potensi energinya

R. Sukhyar. *Indonesia sebagai Pusat Panas Bumi* . Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, April 2010.

Chris Timotius KK. *Potensi Panas Bumi di Indonesia*.

Nenny Saptadji ITB, *Sekilas Tentang Panasbumi*.
www.wikipedia.com
<http://www.esdm.go.id>
<http://ekonomi.kompasiana.com/bisnis/2011/02/27/mungkin-kah-indonesia-menjadi-pemimpin-energipanasbumi/>
<http://www.thejakartapost.com/news/2011/10/29/indonesia-talk-crisis-prevention.html>
<http://www.esdm.go.id/berita/panas-bumi/45-panasbumi/4066-2025-pemerintah-targetkan-pengembanganpltp-hingga-12000-mw-.html>
<http://ibnudwibandono.wordpress.com/2011/07/17/anugerah-terindah-untukmu-negeriku-potensi-geothermal-indonesia/>
<http://nenny-itb.blogspot.com/2009/05/resiko-panasbumi.html>
<http://auzaniofficial.wordpress.com/2013/08/18/tahapan-kegiatan-pengembangan-panas-bumi/>
<http://www.irsamukhti.com/2012/09/tahapan-kegiatan-pengembangan-geothermal.html>