

# POTENSI ENERGI PANAS BUMI DI INDONESIA

Chris Timotius KK

**ABSTRAK:** Energi yang merupakan tenaga penggerak industri dan juga kehidupan manusia, makin banyak dibutuhkan. Tetapi sumber energi yang berasal dari fosil seperti minyak atau batu bara makin lama makin berkurang. Terutama, setelah terjadi krisis minyak dunia pada tahun 1973, di banyak negara, kebutuhan akan sumber energi alternatif selain yang berasal dari fosil makin lama makin bertumbuh. Indonesia, salah satu negara di dunia mempunyai banyak gunung gunung api aktif dan sumber sumber air panas.; yang mana menunjukkan adanya air panas dalam kedalaman yang dangkal dibawah permukaan bumi. Kawah Kamoljang yang terletak 40 km sebelah Tenggara dari kota Bandung, sebuah kota di pulau Jawa Indonesia merupakan tempat dimana dibangun Pusat Listrik Tenaga Panas Bumi pertama di Indonesia dengan daya terpasang awal sebesar 30 MW. Pembangunan-nya yang mana memanfaatkan uap air panas tenaga panas bumi adalah merupakan hasil program kerja sama 10 tahun yang di danai bersama antara pemerintah Indonesia dan pemerintah Selandia Baru. Uap air panas alam yang keluar dari kawah Kamoljang pertama kali menarik perhatian para ahli pada tahun 1918, dan *Netherlands East Indies Volcanological Survey* melakukan pengeboran 5 buah sumur pada tahun 1920, yang terdalam diantaranya adalah 66m, dan salah satu diantaranya sampai saat ini masih mengeluarkan uap air panas. Kamoljang dipilih sebagai tempat pertama untuk pembangunan Pusat listrik tenaga panas bumi, setelah suatu penelitian prospek prospek panas bumi Indonesia dilakukan pada tahun 1971. Suatu studi kelayakan awal dilaksanakan pada tahun 1972, diikuti dengan pengeboran eksplorasi sedalam 500-600 meter pada tahun 1974. dan pengeboran untuk produksi sedalam 1000-1500 meter dimulai tahun 1976. Daya listrik sebesar 30 MW disalurkan dari PLTP Kamoljang unit 1 sejak akhir tahun 1982.

**ABSTRACT:** Energy which is the driving force of industry and also civilization, have been required more. But it is anxious about that the production of fossil fuels as petroleum or coal is making saturation. Especially, after the world – wide oil crisis occurred in 1973, demand for alternative source of energy other than fossil fuels is growing more and more in many country. Indonesia is one of the countries in the world with many active volcanoes and hot springs, which tell existence of hot water in rather shallow depth of the earth. Kawah Kamoljang is the site of first 30 MW geothermal power station in Indonesia.. It lies some 40 km south east from the city of Bandung on the Indonesian island of Java. The development , which taps naturally occurring geothermal steam, is the product of a ten-year program of work funded jointly by the Indonesian and New Zealand Governments. The natural steam discharges at Kawah Kamoljang first attracted the interest of scientists in 1918 and the Netherlands East Indies Volcanological Survey drilled five wells in the 1920's, the deepest of which was 66 m. One well still discharges steam. Kamoljang was chosen as the first site for development after a survey of Indonesian geothermal prospects was carried out in 1971 . A pre – feasibility study was implemented in 1972, exploratory drilling ( 500m- 600 m) followed in 1974 and production drilling ( 1000 – 1500 m) began in 1976. 30 MW electric power transmitted from PLTP Kamoljang Unit 1 since end of 1982 is the first Geothermal Power Plant built successfully in Indonesia

**Kata kunci** : energi panas bumi, Pusat Listrik Tenaga panas bumi, uap kering, uap basah, air panas, potensi panas bumi, survey, eksplorasi, pemboran, sumur, studi kelayakan, eksploitasi.

## PENDAHULUAN

Tenaga panas bumi merupakan sejenis tenaga panas alam yang berasal dari dalam bumi., terdapat di daerah yang bergeografis terletak di kawasan jalur vulkanis, dapat dimanfaatkan untuk pembangkitan tenaga listrik seperti sumber tenaga air, minyak bumi, gas alam, batu bara dan lain lain.

Untuk menjadi sumber panas bumi diperlukan persyaratan –persyaratan berikut:

- a) Adanya batuan panas bumi berupa magma
- b) Adanya persediaan air tanah secukupnya yang sirkulasinya dekat dengan sumber magma, agar dapat terbentuk uap air panas.
- c) Adanya batuan berpori (*poreous*) yang menyimpan sumber uap dan air panas (*reservoir rock*).
- d) Adanya batuan keras yang menahan hilangnya uap dan air panas (*cap-rock*).
- e) Adanya gejala gejala tektonik , dimana dapat terbentuk rekahan – rekahan dikulit bumi, yang memberikan jalan kepada uap dan air panas bergerak ke permukaan bumi.
- f) Panasnya harus mencapai suhu tertentu minimum sekitar  $180^{\circ} - 250^{\circ} C$ .

## Sumber Alam Terbarukan

Pergerakan lapisan bumi yang saling bertumbukan menyebabkan terjadinya proses radio aktif di kedalaman lapisan bumi sehingga menyebabkan terbentuknya magma dengan temperatur lebih dari 2000<sup>o</sup> C. Setiap tahun air hujan serta lelehan salju meresap kedalam lapisan bumi, dan tertampung di suatu lapisan batuan yang telah terkena arus panas dan magma. Lapisan batuan itu disebut dengan *geothermal reservoir* yang mempunyai kisaran temperatur antara 200<sup>o</sup> – 300<sup>o</sup> C. Siklus air yang setiap tahun berlangsung menyebabkan lapisan batuan reservoir sebagai tempat penghasil energi panas bumi yang dapat terus menerus diproduksi dalam jangka waktu yang sangat lama. Itulah sebabnya mengapa panas bumi disebut sebagai energi terbarukan.

### Keunggulan Industri Panas Bumi

Penggunaan Panas Bumi sebagai salah satu sumber tenaga listrik memiliki banyak keuntungan di sektor lingkungan maupun ekonomi bila dibandingkan sumber daya alam lainnya seperti batu bara, minyak bumi, air dan sebagainya. Tidak seperti sumber daya alam lainnya, sifat panas bumi sebagai energi terbarukan menjamin kehandalan operasional pembangkit karena fluida panas bumi sebagai sumber tenaga yang digunakan sebagai penggerak akan selalu tersedia dan tidak akan mengalami penurunan jumlah.

Pada sektor lingkungan, berdirinya pembangkit panas bumi tidak akan mempengaruhi persediaan air tanah di daerah tersebut karena sisa buangan air di suntikkan ke bumi dengan kedalaman yang jauh dari lapisan air tanah. Limbah yang dihasilkan juga hanya berupa air sehingga tidak mengotori udara dan merusak atmosfer. Pengamat teknik panas bumi dari Institut Teknologi Bandung, Nenny Miryani Saptadji, mengatakan pembangunan pembangkit listrik dari energi panas bumi paling ramah lingkungan. Emisi karbon dioksida yang dihasilkan pembangkit berbahan baku batu bara mencapai 980 kg/MWh. Adapun untuk PLTP, emisi karbonnya hanya sekitar 175 kg/ MWh. Kebersihan lingkungan sekitar pembangkitpun tetap terjaga karena pengoperasiannya tidak memerlukan bahan bakar, tidak seperti pembangkit listrik tenaga lain yang memiliki gas buangan berbahaya akibat pembakaran.

Sedangkan di sektor ekonomi, pengembangan energi panas bumi dapat meningkatkan devisa negara. Penggunaannya dapat meminimalkan pemakaian bahan bakar yang berasal dari fosil (minyak bumi, gas, batu bara) didalam negeri sehingga mereka dapat di ekspor dan menjadi pemasukkan bagi negara. Hal ini mengingat sifat energi panas bumi yang tidak dapat diangkut jauh dari sumbernya.

Energi panas bumi digunakan manusia awalnya berupa sumber air panas untuk pengobatan yang sampai saat ini

juga masih banyak dilakukan orang, terutama sumber air panas yang banyak mengandung garam dan belerang. Sedangkan energi panas bumi digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik baru dimulai di Italia pada tahun 1904. Sejak itu energi panas bumi mulai dipikirkan secara komersial untuk pembangkit tenaga listrik.

## JENIS ENERGI PANAS BUMI

Energi panas bumi dapat dikelompokkan menjadi :

### 1. Energi panas bumi “uap kering”

(*Dry Steam Power Plants*).

Pemanfaatan energi panas bumi yang ideal adalah bila panas bumi yang keluar dari perut bumi berupa uap kering, sehingga dapat digunakan langsung untuk menggerakkan turbin generator listrik.

Dari hasil eksplorasi geologi, geokimia, geofisika, study reservoir, maka dapat diperkirakan potensi tenaga listrik yang dapat diperoleh dari lapangan sumur Kamojang adalah sebesar 100 MW. Cadangan 100 MW diperoleh dari daerah waduk uap seluas 14 km<sup>2</sup>, dengan

kedalaman 1 - 1  $\frac{1}{2}$  km dari permukaan tanah.

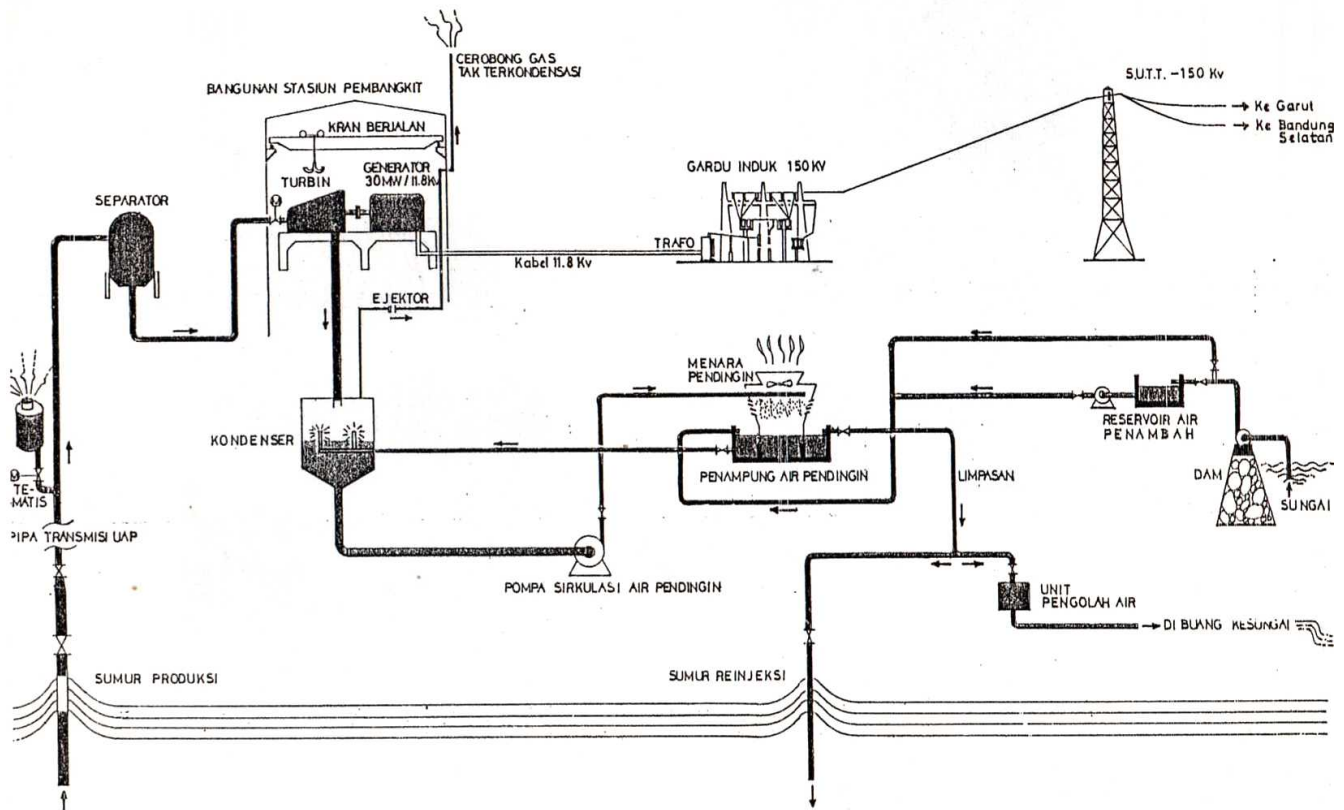
Uap yang dihasilkan mempunyai komposisi terutama kadar chloride ( Cl ) sejumlah  $\pm$  50 ppm, dengan demikian memberikan suatu indikasi bahwa sistem uapnya adalah uap kering (*vapour dominated system*). Untuk membangkitkan tenaga listrik, maka konsumsi uapnya berkisar dari 10 kg/kWh ( uap kering ) – 15 kg/kWh ( uap basah / *hot water system* ). Diketahui juga bahwa cadangan uap alam Kamojang diperkirakan sebesar 14 x 10<sup>9</sup> ton. Bila dipakai untuk membangkitkan tenaga listrik dengan pemakaian 30 MW, cukup sampai 538, 5 tahun dan bila dimanfaatkan untuk 100 MW cukup selama 161,5 tahun.

Panas bumi terbentuk hanya pada kondisi geologi tertentu yang pada umumnya mengandung bahan mineral tertentu pula, dengan demikian pemanfaatan uapnya dapat membawa konsekuensi pencemaran baik terhadap lingkungan hidup maupun terhadap bahan/ logam dari peralatan PLTP, karena selalu membawa beberapa kandungan mineral serta gas pada kadar yang berbeda beda antara lapangan yang satu dengan lapangan panas bumi lainnya. Walaupun sifat uap dari lapangan panas bumi Kamojang termasuk yang baik selain uapnya kering, kandungan gas baik yang larut maupun yang tak larut dan kandungan mineralnya masih dalam batas batas ekonomis serta persyaratan untuk bisa dimanfaatkan.

Untuk mengatasi konsekuensi pencemaran lingkungan hidup, uap yang telah digunakan diinjeksikan kembali ke dalam bumi, dan untuk menghindari / mengurangi

pengaruh terhadap bahan / logam dari peralatan, digunakan separator. Uap tersebut, setelah meliwati separator ( yang membuang pasir pasir kecil dan partikel partikel batu) langsung digunakan untuk menggerakkan turbin. Siklus Pusat Tenaga Listrik Panas Bumi Kamojang dapat dilihat pada gb 1.

Gb 1.  
SIKLUS  
PUSAT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI KAMOJANG  
(SISTIM UAP KERING)

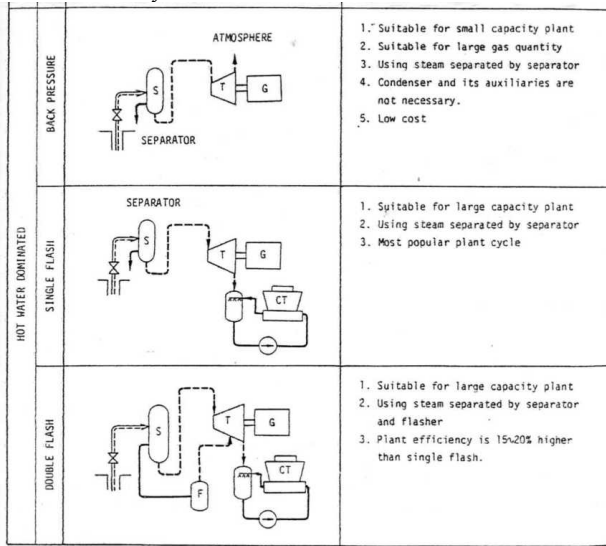


## 2. Energi panas bumi “air panas” (Flash Steam power Plants).

Energi panas bumi yang sebagian besar berupa air panas atau kombinasi uap dan air panas (*hot water dominated*) dengan temperatur diatas  $360^{\circ}\text{F}$  ( $182^{\circ}\text{C}$ ) dapat digunakan dalam *flash plants* untuk menghasilkan energi listrik. Fluida di- semprot-kan (*sprayed*) kedalam suatu tanki yang mempunyai tekanan jauh lebih rendah daripada tekanan fluida tersebut.. Hal ini menyebabkan sejumlah fluida tersebut akan dengan cepat menguap. atau *flash*. Uap fluida ini selanjutnya akan memutar turbin, yang mana selanjutnya memutar generator Sisa fluida ( air ) dapat langsung di- injeksikan kedalam bumi.

Tergantung pada temperatur fluida sumber panas bumi tersebut adalah mungkin untuk menggunakan dua tingkat tanki *flash*. Air yang dipisahkan ( sisa) pada tanki pertama diteruskan ke tanki *flash* kedua, sehingga lebih banyak uap ( tapi pada tekanan yang lebih rendah) dapat dipisahkan dan digunakan untuk menggerakkan turbin. Sisa air pada tanki kedua selanjutnya langsung dibuang ( di -injeksikan kembali kedalam bumi. Hal ini disebut sebagai *double flash plant* yang meneruskan uap pada dua tekanan yang berbeda ke turbin.. Diagram *Flash Steam power Plants* ini dapat dilihat pada gambar 2.

Gb 2. Flash System Power Plants



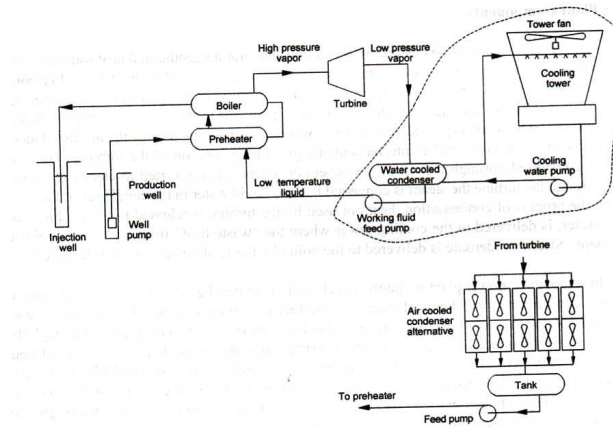
### 3. Energi panas bumi dengan temperatur rendah (Binary Cycle Power Plant).

Sebagian besar lapangan panas bumi mempunyai temperatur air yang agak rendah ( dibawah  $400^{\circ} F$  ). Energi diambil dari fluida ini dalam *binary-cycle power plants*. Nama ini di dasarkan pada kenyataan bahwa bukan fluida panas bumi, tapi fluida kedua dalam lingkaran tertutup yang digunakan untuk menjalankan turbin. Gambar 3 , memperlihatkan diagram sederhana dari suatu *binary type geothermal plant*.

Fluida panas bumi di lakukan melalui suatu *heat exchanger* yang disebut sebagai suatu *boiler* atau *vaporizer* ( alat penguap). Dalam beberapa PLTP, digunakan dua *heat exchanger* yang dihubungkan seri; yang pertama disebut sebagai pemanas mula (*pre heater*), dan yang kedua disebut sebagai penguap ( *vaporizer*), dimana panas dalam fluida panas bumi tersebut di pindahkan ke fluida kerja yang membuat fluida tersebut mendidih. Di masa lalu, fluida kerja dalam *binary plants* dengan temperatur rendah adalah CFC ( type Freon) *refrigerants*. Mesin mesin saat ini menggunakan hydrocarbons ( isobutane, pentane, dsb) yang merupakan *refrigerant refrigerant* tipe HFC dimana fluida yang digunakan dipilih sesuai dengan temperatur sumber fluida panas bumi.

Uap fluida kerja diteruskan ke turbin, dimana energi yang dikandungnya di konversikan menjadi energi mekanis dan diteruskan melalui poros generator. Uap ini keluar dari turbin menuju *Condenser*, dimana ia dikembalikan ke bentuk cairan.. Di kebanyakan PLTP , air pendingin di sirkulasi kan antara *condenser* dan *cooling tower* untuk membuang panas ini langsung ke udara tanpa perlu menggunakan air pendingin. Rancangan ( *design*) ini mencegah / mengurangi penggunaan ( konsumsi) air pendingin. Cairan fluida kerja selanjutnya dari *condenser* dipompa kembali ke *pre heater / vaporizer* tekanan tinggi dengan menggunakan pompa untuk mengulangi proses tersebut.

*Binary cycle* adalah tipe PLTP yang bisa digunakan untuk panas bumi dengan temperature rendah. Saat ini tersedia peralatan *binary cycle plant* dengan kapasitas 200 sampai 1000 kW.



Gb 3. Binary geothermal power plant

Teknologi binary geothermal power plant ini dimanfaatkan oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi ( BPPT) untuk memproduksi prototipe pembangkit listrik berkapasitas 1 kW dari panas bumi.

Temperatur panas bumi yang digunakan bisa cukup rendah, berkisar antara 60 – 100 derajat Celcius. Hal ini di-informasikan oleh Direktur Pusat Teknologi Konversi dan Konservasi Energi BPPT Arya Rezavidi, Senin

25/2/2008 di Jakarta. Prototipe tersebut selanjutnya telah berhasil sukses di uji cobakan dalam tahun 2008 di Pangalengan Jawa Barat..

Selanjutnya Arya mengatakan: “ Lumpur panas yang muncul di lokasi pengeboran PT Lapindo Brantas dengan suhu berkisar 60 derajat Celcius saja, semestinya juga bisa digunakan untuk prototipe BPPT ini”

Energiportal memberitakan pada 11 Juli 2008; Velocity Holding Inc, sebuah perusahaan energi bermarkas di Amerika Serikat rencananya akan membangun Pembangkit Listrik tenaga Panas Bumi di kawasan Lumpur Lapindo Sidoarjo, Jawa Timur. Dana yang dipersiapkan sebesar US\$ 5,2 miliar. Menurut Velocity Holding, yang diwakili Taswin Tarib sebagai salah satu CEO – nya , mengatakan listrik yang dihasilkan bisa mencapai 2000 MW dengan masa pembangunan selama tiga sampai empat tahu.

Hal ini tentu saja masih harus didahului dengan Analisis kemampuan pembangunan PLTP tersebut.

#### **TAHAPAN KEGIATAN OPERASIONAL PANAS BUMI**

1. Survei pendahuluan
2. Eksplorasi
3. Pemboran eksplorasi
4. Studi kelayakan
5. Eksploitasi
6. Pemanfaatan

**Survei pendahuluan** dilakukan oleh pemerintah pusat dan / atau pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya, namun demikian dapat juga menugasi pihak lain untuk melakukannya. Survei pendahuluan ini dilakukan untuk mencari daerah prospek panas bumi, yaitu daerah yang menunjukkan tanda tanda adanya sumber daya panas bumi dilihat dari kenampakan di permukaan, serta untuk mendapatkan gambaran mengenai geologi regional di daerah tersebut. Secara garis besar pekerjaan yang dilakukan pada tahap ini terdiri dari: studi literature, survey lapangan, analisa data, menentukan daerah prospek, spekulasi besar potensi listrik dan menentukan jenis survey yang akan dilakukan selanjutnya. Tahap ini memerlukan waktu beberapa bulan sampai satu tahun.

**Eksplorasi**, merupakan tahap survey lanjut. Survei yang dilakukan terdiri dari survey geologi, geokimia dan geofisika. Tujuan dari survey tersebut adalah:

- Mendapatkan informasi yang lebih baik mengenai kondisi geologi permukaan dan bawah permukaan
- Mengidentifikasi daerah yang “diduga” mengandung sumber daya panas bumi.

Dari hasil eksplorasi dapat diketahui dengan lebih baik mengenai penyebaran batuan, struktur geologi, daerah alterasi *hydrothermal*, geometri cadangan panas bumi, hidrologi, sistem panas bumi, temperatur reservoir, potensi sumber daya serta potensi listriknya.

Untuk mencapai tujuan tersebut diatas, survey umumnya dilakukan ditempat-tempat yang diusulkan dari survey pendahuluan. Luas daerah yang akan disurvei tergantung dari keadaan geologi morfologi, tetapi umumnya daerah yang disurvei adalah sekitar 500 – 1000 km<sup>2</sup>, namun ada juga yang hanya seluas 10 – 100 km<sup>2</sup>. Waktu yang diperlukan sangat tergantung pada luas daedrah yang diselidiki, jenis jenis pengujian yang dilakukan serta jumlah orang yang terlibat. Bila sumberdaya diperkirakan mempunyai temperatur tinggi dan mempunyai potensi untuk pembangkit listrik, biasanya luas daerah yang diselidiki cukup luas, sehingga untuk menyelesaikan tahap ini diperlukan waktu sekitar ± satu tahun.

**Pemboran Eksplorasi:** Apabila dari data geologi, data geokimia dan data geofisika yang diperoleh menunjukkan bahwa didaerah yang diselidiki terdapat sumberdaya panas bumi yang ekonomis untuk dikembangkan, maka tahap selanjutnya adalah tahap pemboran sumur eksplorasi. Tujuan dari pemboran sumur eksplorasi ini adalah membuktikan adanya sumberdaya panas bumi di daerah yang diselidiki dan menguji model sistem panas bumi yang dibuat berdasarkan data data hasil eksplorasi. Jumlah sumur eksplorasi tergantung dari besarnya luas daerah yang diduga mengandung energi panas bumi. Biasanya didalam satu prospek dibor 3 - 5 sumujr eksplorasi. Kedalaman sumur tergantung dari kedalaman reservoir yang diperkirakan dari data hasil eksplorasi, batasan anggaran dan teknologi yang ada., tetapi sumur eksplorasi umumnya dibor hingga kedalaman 1000 – 3000 meter. Menurut Cataldi (1982) , tingkat keberhasilan atau *success ratio* pemboran sumur panas bumi lebih tinggi dari pada pemboran minyak. *Success ratio* dari pemboran sumur panas bumi umumnya 50 – 70%. Ini berarti dari empat sumur eksplorasi yang dibor, ada 2 – 3 sumur yang menghasilkan. Setelah pemboran selesai, yaitu setelah pemboran mencapai kedalaman yang di inginkan, dilakukan pengujian sumur. Jenis jenis pengujian sumur yang dilakukan adalah:

- Uji hilang air
- Uji permeabilitas total
- Uji panas
- Uji produksi
- Uji transient

Pengujian sumur geothermal dilakukan untuk mendapatkan informasi data yang lebih akurat mengenai:

1. Jenis dan sifat fluida produksi

2. Kedalaman reservoir
3. Jenis reservoir
4. Temperatur reservoir
5. Sifat batuan reservoir
6. Laju alir massa fluida, entalpi, dan fraksi uap pada berbagai tekanan kepala sumur.
7. Kapasitas produksi sumur (dalam MW).

Berdasarkan hasil pemboran dan pengujian sumur harus diambil keputusan apakah perlu dibor beberapa sumur eksplorasi lain, ataukah sumur eksplorasi yang ada telah cukup untuk memberikan informasi mengenai potensi sumber daya. Apabila beberapa sumur eksplorasi mempunyai potensi cukup besar maka perlu dipelajari apakah lapangan tersebut menarik untuk dikembangkan atau tidak. Masa eksplorasi dan pemboran eksplorasi adalah tiga tahun sejak diterbitkannya Izin Usaha Pertambangan Panas Bumi (IUP), dan dapat diperpanjang dua kali masing masing selama satu tahun.

**Studi Kelayakan** (*feasibility study*); Studi kelayakan perlu dilakukan apabila ada beberapa sumur eksplorasi menghasilkan fluida panas bumi. Tujuan dari studi ini adalah untuk menilai apakah sumberdaya panas bumi yang terdapat di daerah tersebut secara teknis dan ekonomis menarik untuk diproduksi-kan. Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah:

- Mengevaluasi data geologi, geokimia, geofisika dan data sumur.
- Memperbaiki model sistem panas bumi
- Menghitung besarnya sumber daya dan cadangan panas bumi serta potensi listrik yang dapat dihasilkannya.
- Mengevaluasi potensi sumur serta memperkirakan kinerjanya.
- Menganalisa sifat fluida panas bumi dan kandungan non condensable gas serta memperkirakan sifat korosifitas air dan kemungkinan pembentukan *scale*.
- Mempelajari apakah ada permintaan energi listrik, untuk apa dan berapa banyak.
- Mengusulkan alternatif pengembangan dan kapasitas instalasi pembangkit listrik
- Melakukan analisa ke ekonomi-an untuk semua alternatif yang diusulkan.

Apabila dari hasil studi kelayakan disimpulkan bahwa daerah panas bumi tersebut menarik untuk dikembangkan, baik ditinjau dari aspek teknis maupun ekonomis, maka tahap selanjutnya adalah membuat perencanaan eksploitasi secara detail. Masa studi kelayakan berlangsung paling lama dua tahun sejak masa eksplorasi berakhir.

**Eksplorasi:** Rencana pengembangan lapangan dan pembangkit listrik mencakup usulan secara rinci

mengenai fasilitas kepala sumur, fasilitas produksi dan injeksi di permukaan, sistem pipa alir di permukaan, fasilitas pusat pembangkit listrik. Pada tahap ini gambar teknik perlu dibuat secara rinci, mencakup ukuran pipa alir uap, pipa alir dua fasa, penempatan katup (*valve*), perangkat pembuang kondensat, dan lain-lain.

Eksplorasi merupakan pemboran sumur produksi, Injeksi dan Pembangunan Pusat Listrik Tenaga Panas Bumi. Untuk menjamin tersedia uap sebanyak yang dibutuhkan oleh pembangkit listrik, diperlukan sejumlah sumur produksi. Selain itu juga diperlukan sumur untuk menginjeksi-kembali air limbah. Pemboran sumur dapat dilakukan secara bersamaan dengan tahap perencanaan pembangunan PLTP.

**Pemanfaatan:** Produksi uap, Produksi listrik dan Perawatan.

Pada tahap ini PLTP telah beroperasi sehingga kegiatan utama adalah menjaga kelangsungan produksi uap dari sumur sumur produksi dan produksi listrik dari PLTP.

Masa Eksploitasi dan Pemanfaatan berlangsung selama 30 tahun sejak berakhirnya masa eksplorasi.

## POTENSI ENERGI PANAS BUMI INDONESIA

Berdasarkan **RENCANA UMUM KETENAGALISTRIKAN NASIONAL** tahun 2008 - 2027, potensi panas bumi diperkirakan mencapai 27,5 GWe dan merupakan potensi terbesar di dunia yakni 40% dari potensi dunia terdapat di 256 lokasi yang tersebar di wilayah Indonesia. Cadangan terduga panas bumi diperkirakan mencapai 10.835 MWe yang cadangan terduga terbesarnya berada di Propinsi Sumatra Utara (1.384 MWe), Jawa Barat (1.452 MWe) dan Lampung (1.072 MWe). Sedangkan cadangan terbukti panas bumi yang dimiliki adalah sebesar 2.287 MWe dengan potensi cadangan terbukti terbesar berada di Propinsi Jawa Barat, yaitu sebesar 1.535 MWe. Dari jumlah ini kapasitas pembangkit panas bumi yang beroperasi saat ini sebesar 1052 MWe atau sekitar 3.8% dari total potensi yang ada dan sebagian besar yang beroperasi terdapat pada sistem JAMALI Diharapkan tambahan kapasitas pembangkit dari panas bumi yang segera dikembangkan hingga tahun 2018 adalah sebesar  $\pm$  5.998 MW, sehingga sampai tahun 2018 total pembangkit dari panas bumi menjadi 7.050 MW. Pengembangan panas bumi masih terkendala namun mengingat sifat dari panas bumi yang termasuk energi terbarukan dan bersih lingkungan, sehingga perannya perlu ditingkatkan sejalan dengan Kebijakan Energi Nasional (KEN)...

Sedangkan Sekjen Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral, Departemen Energi dan Sumber daya Mineral, R. Sukhyar mengungkapkan di Samarinda, Kaltim, Senin 25/7/2005 dalam seminar Strategi Pengelolaan Energi nasional dan Sumber Daya Mineral dengan makalahnya "Panas Bumi merupakan energi terbarukan yang bersih lingkungan" bahwa kebijakan energi nasional menargetkan pemakaian energi panas bumi untuk pembangkit energi listrik sebesar 9,5 Gigawatt pada tahun 2025.

Sampai dengan akhir 2008, dengan jumlah daya terpasang sebesar 1052 MW (lihat tabel 1). Ini berarti 3,5% dari keseluruhan daya terpasang saat ini (29.765 MW). Dari seluruh daya terpasang PLTP tersebut 940 MW (89,3%) berada di Jawa Barat. Sedangkan Tabel 2 dan Tabel 3 memperlihatkan sumber sumber energi panas bumi yang sedang dalam tahap /proses pengembangan -./ pembangunan atau pelelangan..

## BIAYA

Perkiraan Biaya per kW yang dibutuhkan.  
Biaya Investasi (US\$)

A. Biaya Investasi Eksplorasi	
Survei Pendahuluan	7.7
Eksplorasi rinci	22.5
Studi Kelayakan	77
<b>Total A</b>	<b>107.2</b>
B. Biaya Pengembangan Lapangan	
Perizinan	20
Pemboran sumur produksi	750
Sistem Pengelolaan Uap	250
Pembangkit listrik&kons	1500
Transmisi	100
<b>Total B</b>	<b>2620</b>
<b>Total keseluruhan</b>	<b>2727.20</b>

Sebagai contoh, adalah biaya investasi PLTP Wayang Windu Unit II, 110 MW memerlukan biaya investasi 200- 300 juta US\$. Atau 1 – 2.2 juta US\$ /MW

<u>Biaya Operasi dan Pemeliharaan Per tahun</u>	
Biaya Operasional	7
Biaya Pemeliharaan Pembangkit listrik	8
Biaya Pemeliharaan Lapangan dan Pembuatan Sumur Make-Up	9
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>

Sedangkan biaya per kWh listrik yang dibangkitkan panas bumi adalah Rp 178,- - Rp 541,- per kWh Sebagai perbandingan biaya per kWh listrik yang dibangkitkan dengan BBM adalah Rp 1650,- - Rp 2475,- per kWh.; gas Rp 180 – Rp 425,- per kWh; batu bara Rp 158,- - Rp 259,- per kWh

## HARGA JUAL LISTRIK SWASTA

Sulit untuk menentukan satu patokan khusus untuk harga jual listrik dari panas bumi. Hal itu karena biaya produksi di masing – masing lapangan berbeda-beda. Tergantung tingkat kesulitan produksinya, ada yang uap jenis basah, ada yang tidak. Ada yang hanya butuh sedikit sumur untuk hasilkan panas bumi yang cukup besar, ada yang butuh banyak sumujr. Ini semuanya menentukan tinggi rendahnya biaya produksi. Pengembang panas bumi menilai harga jual listrik yang ideal untuk menutup ongkos produksi adalah sekitar 7 sen dolar AS per kWh. Sementara sampai dengan pertengahan tahun 2008, PT PLN dibatasi oleh aturan pemerintah untuk membeli listrik di kisaran 4,5 sen dolar

**Tabel 1**  
**EKSISTING WILAYAH KERJA PERTAMBANGAN (WKP) PANAS BUMI YANG TELAH BERPRODUKSI**

No	Lokasi	Propinsi	Pengembangan	Kapasitas Terpasang (MW)
----	--------	----------	--------------	--------------------------

1	Sibayak	Sumatra Utara	PGE	1x2; 2x5
2	Gn Salak	Jawa Barat	PGE-CGS	375
3	Wayang Windu	Jawa Barat	PGE-SE	110
4	Kamojang	Jawa Barat	PGE	200
5	Darajat	Jawa Barat	PGE-CGI	255
6	Dieng	Jawa Tengah	GDE	60
7	Lahendong	Sulawesi Utara	PGE	2x20

TOTAL

1052 MW

Keterangan:

PGE : (Pertamina Geothermal Energy)

CGS : (Chevron Geothermal Salak)

CGI : (Chevron Geothermal Indonesia)

SE : (Star Energy)

GDE : (Geo Dipa Energy)

Tabel 2. WILAYAH KERJA PERTAMBANGAN PANAS BUMI JAWA MADURA BALI NUSA  
TENGGERA YANG DIKELOLA IPP DAN BELUM BERPRODUKSI

No	PROYEK	Kapasitas (MW)	Pengembang	Tahap	Status	COD
1	PLTP Dieng 2	1x 60	PT Geodipa Energi	Financing	Proses Financing	Rencana 2011
2	PLTP Bedugul	3x 55 1x10	Bali Energi Ltd	Financing	Proses Financing	Rencana 2009
3	PLTP Patuha	3x60	PT Geodipa Energi	Financing	Proses Financing	Rencana 2011
4	PLTP Cibuni	1x10	PT Yala Tekno Geothermal	Financing	Proses Financing	Rencana 2010
5	PLTP Salak 7&8	2x65	Chevron Geothermal Indonesia	Evaluasi Usulan – Studi Sistem	Menunggu NOID	
6	PLTP Ulumbu	2x3	PT Flores Geothermal Energy	Tender – negosiasi	Negosiasi	
7	PLTP Gorontalo	10	PT Binatek Reka Energi	Evaluasi Usulan – Studi Sistem	Proposal Unsolicited	
8	PLTP Sarulla	330	Sarulla Operation Ltd	Financing	Proses Financing	Rencana 2010
9	PLTP Wayang Windu 2	1x110	Magma Nusantara Ltd	Pembangunan	EPC (Eksplorasi sumur)	Rencana awal 2009

Tabel 3. WILAYAH KERJA PERTAMBANGAN PANAS BUMI YANG BARU DITENDERKAN

No	Proyek	Kapasitas (MW)	Pengembang	Status
1	WKP Tangkuban Prahur	2x55	Indonesia Power	Ditetapkan agustus



				2008
2	WKP G. Tampomas	2x20	Wijaya karya	Ditetapkan agustus 2008
3	WKP Cisolok Sukarame, Sukabumi	45	Jabar Halimun Geothermal	Penetapan WKP ditunda
4	Seulawah (NAD)	160		Belum ditetapkan
5	Ungaran Jawa Tengah	50		Belum ditetapkan
6	Ngebel-Wilis (Jawa Timur)	120		Belum ditetapkan
7	Atadei (NTT)	40		Belum ditetapkan

AS per kWh.. Sebenarnya harga jual listrik dari panas bumi bisa ditetapkan melalui kesepakatan bisnis antara produsen dan pembeli. Oleh karena itu, pengembangan panas bumi lebih baik dilakukan secara terintegrasi. Artinya proyek eksploitasi panas bumi di hulu langsung diikuti dengan pembangunan proyek pembangkit listrik di hilir.

Didorong ikut dalam proyek pembangkit listrik 10.000 MW generasi kedua, janji Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) untuk menyelesaikan beberapa kendala utama pengembangan geothermal (panas bumi) di Indonesia, di tindak lanjuti dengan penerbitan Peraturan menteri (Permen) ESDM Nomor 14 Tahun 2008 tentang Harga Patokan Penjualan Tenaga Listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi pada tanggal 9 Mei 2008..

Permen 14/2008 menetapkan harga jual listrik geothermal dengan dua batas penentuan.

- Untuk pembangkit dengan daya dibawah 10 – 55 MW, harga jual listrik maksimal adalah 85% dari BPP (Biaya Pokok Penyediaan)
- Untuk pembangkit dengan daya diatas 55 MW, harga jual listrik maksimal 80 % dari BPP.

Dengan hitungan ini maka harga jual listrik panas bumi berada pada kisaran US\$ 7 – 8 sen per kWh. Angka ini sudah sesuai dengan harga ke ekonomi an seperti yang diharapkan para investor pengembang panas bumi. Nantinya ketika proyek panas bumi sudah berjalan, harga itu pun bisa di evaluasi. Karena sebenarnya panas bumi hanya mahal di proses awal .

Harga listrik panas bumi berbeda-beda di tiap negara, di Jerman misalnya, panas bumi dijual dengan harga mencapai US\$ 21 sen per kWh, sedangkan di Philipina harganya mencapai US\$ 12 -13 sen per kWh..

Selama ini investor yang mau masuk ke Indonesia ragu-ragu karena kita belum ada standar harga yang pasti. Dengan lahirnya Permen 14/2008 ini, daya tarik investasi sektor geothermal di tanah air akan meningkat, karena calon investor dapat lebih pasti dalam menghitung biaya

dan risiko yang harus ditanggung jikalau menanam modal.

Besar kecilnya BPP juga akan tergantung dari daerah dimana WKP panas bumi berada. Bagi WKP yang kapasitas pembangkitnya bagus, kapasitas uapnya juga bagus, dan infrastruktur daerahnya sudah bagus, mungkin BPP –nya bisa lebih rendah. Sedangkan bagi WKP di daerah-daerah yang infrastrukturnya belum lengkap, uapnya juga sedikit, maka BPP –nya bisa lebih tinggi dan harga listriknya lebih mahal.

Penetapan BPP itu sendiri terintegrasi dalam satu sistem. Misalnya Jawa – Bali satu sistem, kemudian Sumatra satu sistem, dan Sulawesi satu sistem. Dari sana muncul berbagai variasi harga panas bumi. Untuk Pulau jawa misalnya, akan lebih rendah dari US\$ 7 sen per kWh karena kondisi infrastruktur daerahnya sudah lengkap.

Sebagai contoh, hasil lelang WKP Tangkuban Prah ( 2x 55 MW) , harga jualnya 5.8 sen US\$ /kWh.

WKP Gunung Tampomas ( 2x 20 MW), harga jualnya adalah 6.5 sen US\$ per kWh.

WKP Cisolok Sukabumi ( 50 MW) , harga jualnya 6.85 sen US\$ per kWh.

## KESIMPULAN

Potensi Energi panas bumi di Indonesia cukup besar, dan merupakan sumber energi yang terbarukan ( tidak mudah habis) dan bersih lingkungan. Hal ini berbeda dibandingkan dengan sumber energi yang berasal dari fosil, seperti minyak bumi ataupun batu bara, yang diperkirakan akan segera habis. Demikian pula bila dibandingkan dengan energi air yang sangat tergantung pada musim / cuaca, sedangkan energi panas bumi tersedia sepanjang waktu. Juga dibandingkan dengan sumber energi lain seperti BBM, batubara maupun gas yang mempunyai kendala dari segi transportasi, energi panas bumi tidak mempunyai masalah dengan transportasi, karena energi panas bumi terletak dekat dengan Pusat Listrik Panas Bumi yang menggunakannya sebagai energi primer.

Dari data data yang telah dikumpulkan, Indonesia yang terletak di bagian mata rantai gunung gunung berapi yang masih aktif, jelas mempunyai kapasitas energi panas bumi yang terbesar di dunia . Besarnya potensi energi panas bumi ( 27 GWe) yang dimiliki untuk pembangkit tenaga listrik merupakan salah satu pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam pembangunan pembangkit tenaga listrik, khususnya bagi daerah-daerah yang memiliki potensi energi tersebut.

Mengingat bahwa potensi energi panas bumi sangat berlimpah sebagai energi primer untuk pembangkit tenaga listrik, maka untuk mendorong pemanfaatannya seoptimal mungkin, khususnya bagi daerah daerah yang memiliki potensi energi tersebut, dapat dilakukan melalui program percepatan ( *crash program*) pembangunan pembangkit tenaga listrik dengan energi terbarukan.

Produksi panas bumi diprediksikan meningkat hanya sekitar 7% untuk sepuluh tahun kedepan, yaitu 5% pada tahun 2008 menjadi 12 % pada tahun 2018. Tabel 4, menunjukkan perbandingan pemakaian energi primer dalam 10 tahun ke depan Apabila kendala utama yang dihadapi oleh pengembangan panas bumi yaitu lokasi di kawasan hutan lindung dapat diselesaikan, maka peningkatan produksi panas bumi dapat meningkat dengan cukup signifikan.

WKP Cisolok, Sukarame Sukabumi sementara ini belum ditetapkan karena masalah hutan lindung ini. Masalah lain adalah mengenai tanah adat, seperti yang dialami PLTP Bedugul di Bali..

Kendala kendala lain yang menyebabkan pengembangan panas bumi berjalan lambat dan akhirnya membawa konsekuensi biaya tinggi:

- Masalah kelembagaan yang timbul antara eksistensi Pertamina dan PLN.  
Hal ini sudah ditangani Pemerintah dengan akan dibentuknya BUMN baru yang khusus bergerak dalam pengembangan pertambangan panas bumi., yang merupakan peleburan PT Geodipa, sebuah perusahaan patungan Pertamina dan PLN. Selanjutnya setelah Geodipa, PT Pertamina Geothermal Energi (PGE) yang merupakan anak perusahaan Pertamina juga akan melebur di BUMN yang baru. Proses restrukturisasi ini merupakan amanat UU No. 22 tahun 2001 tentang Migas yang mengharuskan Pertamina hanya bergerak di bidang migas saja.
- Hal lain mengenai penetapan harga patokan penjualan tenaga listrik dari Pembangkit Listrik tenaga panas bumi.

Kendala ini telah diselesaikan dengan penetapan Peraturan Menteri ( Permen ) ESDM Nomor 14 Tahun 2008 ., yang diharapkan akan menarik minat para investor untuk turut serta berinvestasi dalam pembangunan Pusat listrik tenaga panas bumi.

- Risiko berkaitan dengan sumber daya, seperti kemungkinan tidak ditemukannya sumber energi panas bumi maupun besarnya cadangan yang kecil / tidak komersial. Atau juga tidak stabilnya sumber energi panas bumi tersebut, atau berkurangnya sumber daya tersebut. Hal ini terjadi pada PLTP Mataloko di Kabupaten Ngada, Flores, Nusa Tenggara Timur (NTT) turun dari 2,5 MW menjadi 1,5 MW

#### DAFTAR PUSTAKA

- .....(2003) “UU RI No. 27 Thn. 2003 Tentang Panas Bumi” , Tempointeraktif. Com
- .....(2008) “Pemerintah akan bentuk BUMN Panas Bum “ , Antara Jakarta.
- Abdul Kadir. (1987) “Energi”, Penerbit Universitas Indonesia Jakarta.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. (2008) “Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional 2008 s.d. 2027” ,
- Djiteng Marsudi. (2005) “Pembangkitan Energi Listrik “ , Penerbit Erlangga Jakarta.
- J. Purwono . (2008) “Harga Patokan Dalam Pembelian Tenaga Listrik Dari Pembangkit Tenaga Listrik Swasta” , Seminar BKE – PII dan MKI Jakarta, 14 agustus 2008.
- H. Christopher H. Armstead. (1981) “Geothermal Energy“ ,E. & F.N. Spon Ltd London
- Joseph Kestin. (1983) “Sourcebook On The Production Of Electricity From Geothermal Energy” ,United States Department of Energy Washington, D.C. 20585
- Kevin Rafferty. (2000) “Geothermal Power Generation” , Geo-Heat Center
- Sugiharto Harsoprayitno. (2008) “Pengelolaan Peluang dan Risiko dalam Investasi Panas Bumi di Indonesia” , Direktorat Jenderal Mineral, Batubara Dan Panas Bumi
- Perusahaan Umum Listrik Negara. (1988) “PLTP Kamojang Indonesia’s First Geothermal Power Plant “.