

## **Perkiraan Luas Reservoir Panas Bumi dan Potensi Listrik Pada Tahap Eksplorasi (Studi Kasus Lapangan X)**

**Estimation Geothermal Reservoir Area and Electricity Potential at Exploration Stage  
(X Field Case)**

**Adi Novriansyah**

Jurusan Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau  
Jalan Kaharuddin Nasution No. 113 Pekanbaru – 28284  
Anba11181@gmail.com

### **Abstrak**

Salah satu parameter penting dalam pengembangan lapangan panas bumi disektor listrik adalah besarnya potensi listrik di reservoir. Potensi listrik ini dijadikan sebagai panduan awal dalam rencana kapasitas pembangkit yang akan dibangun. Penentuan potensi listrik ini akan menjadi sulit jika data luas reservoir belum ada. Studi ini menggunakan data pengukuran tekanan dan temperature di sumur-sumur eksplorasi pada lapangan X. Dari data temperature dibuat menjadi peta iso temperature. Berdasarkan peta iso temperature, luas reservoir Lapangan X diperkirakan 20 km<sup>2</sup>. Hasil kalkulasi potensi listrik menunjukkan Lapangan X mempunyai potensi listrik 40 MWe selama 30 tahun. Ini berarti kapasitas pembangkit maksimum di lapangan X adalah 40 MWe.

Kata Kunci : Luas Reservoir Panas Bumi, Tekanan, Temperatur, Peta Iso Temperatur, Potensi Listrik

### **Abstract**

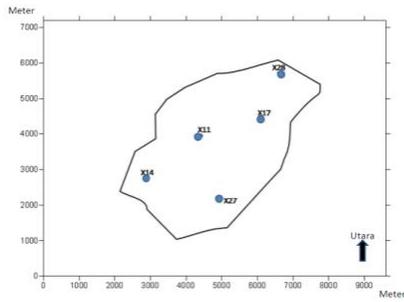
*One of important parameter in geothermal field development is reservoir electricity potential. Reservoir electricity potential act as a guidance to install a generator. Determining electricity can be difficult if there is no reservoir area data. This study use well pressure and temperature data that was obtained from exploratory well in X field. Iso temperature map were processed to create iso temperature map. From iso temperature map, X field reservoir area is nearly 20 sq. km. electricity potential calculation shows that X field can generate 40 MWe during thity years. This means maximum capacity for generator that can be installed in X field is 40 MWe.*

*keywords : geothermal field area, Pressure, Temperature, Iso Temperature map, Electricity Potential*

### **Lapangan X**

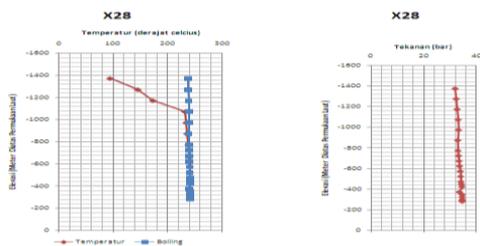
lapangan X termasuk kedalam kategori lapangan panasbumi dominasi uap. Beberapa contoh lapangan dominasi uap didunia adalah, lapangan The Geysers di Amerika Serikat dan Larderello di Italia. Di Indonesia, salah satu contoh

lapangan panasbumi dominasi uap adalah lapangan panasbumi Kamojang yang mempunyai potensi listrik sebesar 200 MWe (Yustin Kamah, 2005). Gambar 1 adalah peta Lapangan panas bumi X yang menjadi objek penelitian

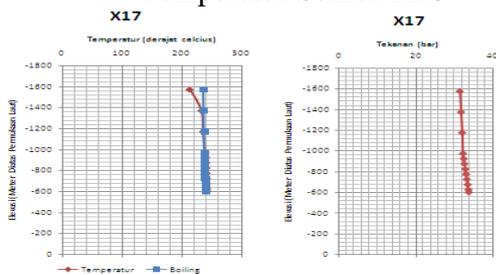


Gambar 1 : Peta Lapangan Panasbumi X

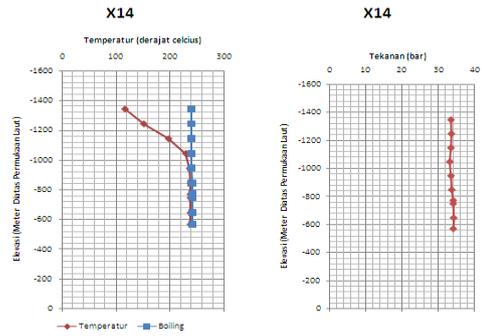
Luas wilayah lapangan panasbumi X sekitar 16.5 km<sup>2</sup> dan merupakan lapangan yang baru ditemukan dan selanjutnya akan dibuat rencana awal pengembangan lapangan X untuk pembangkit listrik. Pada lapangan ini, telah dibor 3 buah sumur eksplorasi yaitu sumur X28 yang terletak di tengah lapangan, X17 yang terletak dibagian utara, serta sumur X14 yang terletak di selatan lapangan. Dari ketiga sumur eksplorasi ini, semuanya mengeluarkan uap panas dengan *dryness* 70%. Gambar 2 sampai 4 adalah contoh landaian tekanan dan temperatur pada sumur- sumur eksplorasi di Lapangan X.



Gambar 2 : Landaian Tekanan dan Temperatur Sumur X28



Gambar 3 : Landaian Tekanan dan Temperatur Sumur X17



Gambar 4 : Landaian Tekanan dan Temperatur Sumur X14  
**Penentuan Luas Reservoir**

Luas reservoir merupakan salah satu parameter penting dalam menghitung potensi listrik lapangan panas bumi. Tetapi, penentuan luas reservoir ini menjadi sulit untuk lapangan-lapangan yang baru dilakukan eksplorasi karena belum adanya data ketebalan dan luas reservoir yang akurat. Estimasi potensi listrik pada lapangan X ini, luas reservoir didasarkan pada luas daerah yang mempunyai temperature tinggi berdasarkan Benderiter & Cormy (1990). Untuk memperkirakan luas reservoir X, dilakukan penyebaran data tekanan dan temperatur dengan metode *kriging* dengan software komersial. Dari data sebaran tersebut. Dibuat kontur tekanan dan temperature. Luas reservoir diperkirakan dari luas daerah dengan kontur temperature tinggi.

### Penentuan Potensi Listrik

Perhitungan potensi listrik lapangan panas bumi berbeda dengan perhitungan cadangan yang dilakukan pada lapangan minyak maupun gas. Pada

lapangan panas bumi, yang menjadi perhatian adalah berapa besar energi panas yang terkandung dalam reservoir yang kemudian dikonversi ke menjadi daya listrik(dalam MW<sub>e</sub>).

Panas yang terkandung dalam reservoir tidak hanya terdapat di dalam fluida tetapi juga pada batuan itu sendiri. Hal ini disebabkan karena panas tidak hanya merambat secara konveksi (dengan perantara fluida), tetapi juga melalui konduksi (melalui matriks batuan). Jadi, energi panas total yang terkandung di reservoir merupakan hasil penjumlahan energi panas yang ada dalam batuan dengan energi panas yang dalam fluida.

Panas yang ada di dalam batuan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q_r = m_r \cdot c \cdot T \quad (1)$$

.Dimana m adalah massa batuan, c adalah kapasitas panas batuan, dan temperatur dinyatakan dengan T. Jika V adalah volume reservoir (bulk volume) , $\phi$  adalah porositas batuan, dan  $\rho$  adalah densitasnya, maka massa batuan adalah :

$$m_r = V(1 - \phi)\rho_r \quad (2)$$

Apabila A adalah luas reservoir dan h adalah ketebalannya maka persamaan (2) dapat diubah menjadi :

$$m_r = A \cdot h(1 - \phi)\rho_r \quad (3)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (3) kedalam persamaan (1), maka didapatkan persamaan untuk menghitung jumlah panas

yang ada dio dalam batuan. Persamaan itu adalah :

$$Q_r = A \cdot h \cdot (1 - \phi) \cdot \rho_r \cdot c \cdot T \quad (4)$$

Untuk panas yang ada dalam fluida, dalam hal ini air maupun uap yang masing - masing mempunyai massa sebesar  $m_L$  dan  $m_V$ , energi dalam  $u_L$  dan  $u_V$ , ditentukan dengan persamaan :

$$Q_e = m_L \cdot u_L + m_V \cdot u_V \quad (5)$$

Jika V adalah volume reservoir (bulk volume) , $\phi$  adalah porositas batuan, saturasi uap dan saturasi air masing-masing  $S_L$  dan  $S_V$  dan densitasnya adalah  $\rho_L$  dan  $\rho_V$  , maka massa uap dan massa air yang mengisi pori-pori batuan adalah :

$$m_L = V \cdot \phi \cdot S_L \rho_L \quad (6)$$

$$m_V = V \cdot \phi \cdot S_V \rho_V \quad (7)$$

Apabila A adalah luas reservoir dan h adalah ketebalannya maka persamaan (6) dan (7) dapat diubah menjadi :

$$m_L = A \cdot h \cdot \phi \cdot S_L \rho_L \quad (8)$$

$$m_V = A \cdot h \cdot \phi \cdot S_V \rho_V \quad (9)$$

Apabila persamaan (8) dan persamaan (9) disubstitusikan ke dalam persamaan (5) akan menghasilkan :

$$Q_e = A \cdot h \cdot \phi \cdot S_L \rho_L \cdot u_L + A \cdot h \cdot \phi \cdot S_V \rho_V \cdot u_V \quad (10)$$

atau :

$$Q_e = A \cdot h \cdot (\phi \cdot S_L \rho_L \cdot u_L + \phi \cdot S_V \rho_V \cdot u_V) \quad (11)$$

Dengan demikian maka besarnya panas yang ada di dalam reservoir adalah sebagai berikut:

$$H_e = A \cdot h \cdot [(1 - \phi) \cdot \rho_r \cdot c \cdot T) + \phi \cdot (S_L \rho_L \cdot u_L + S_V \rho_V \cdot u_V)] \quad (12)$$

prosedur perhitungan adalah sebagai berikut:

1. Hitung kandungan energi pada keadaan awal.
2. Hitung kandungan energi pada keadaan terakhir
3. Hitung maksimum energy yang dapat dimanfaatkan.
4. Hitung energy panas bumi yang dapat dimanfaatkan pada kenyataannya :
5. Hitung besarnya cadangan yang dapat dimanfaatkan dalam kurun waktu t
6. Hitung potesi listrik yang dapat dimanfaatkan dalam kurun waktu t

Asumsi umum yang dipakai pada perhitungan ini :

1. Lama pembangkitan listrik 30 tahun.
2. Faktor Perolehan (Rf) 25%
3. Temperatur akhir ( $T_f$ ) 180°C dan pada saat itu reservoir berisi satu fasa air. (saturasi air = 1)
4. Faktor konversi listrik 10%

Untuk menghitung potensi listrik pada Lapangan X, input data yang digunakan yaitu:

1. Lamanya pembangkitan 30 tahun.
2. Faktor perolehan 25%
3. Faktor konversi listrik 0.1
4. Porositas 10%
5. Saturasi uap pada kondisi awal 0.7
6. Saturasi air pada kondisi awal 0.3

7. Temperatur reservoir pada kondisi Akhir 180°C
8. Densitas batuan 2700 kg/m<sup>3</sup>
9. Panas spesifik batuan 1 kJ/kg°C
10. Fluida reservoir pada kondisi akhir : 1 fasa yaitu air.

Asumsi-asumsi ini akan digunakan sebagai input dalam perhitungan potensi listrik lapangan X.

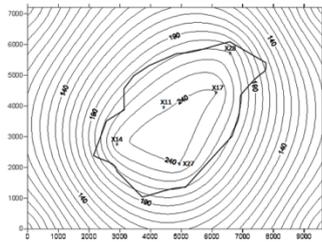
### Hasil dan Pembahasan

Pengamatan landaian tekanan dan temperatur tiga sumur eksplorasi memperlihatkan zona dua fasa terdapat pada elevasi dan ketebalan yang berbeda-beda. Zona 2 fasa ini terlihat mulai dari elevasi 925 sampai 1300 meter di atas permukaan laut. Ini ditandai dengan plandaian temperatur hasil pengukuran berhimpit dengan landaian temperatur titik didih. Pada zona ini terdapat fluida dalam bentuk 2 fasa yaitu campuran uap dan cairan. Fluida akan berada dalam fasa uap jika temperatur hasil pengukuran lebih besar temperatur didihnya. Zona uap ini dianggap sebagai reservoir dari Lapangan X.

Perkiraan tekanan dan temperatur reservoir rata rata sekitar 240°C dengan tekanan rata-rata 35 bar. Selain itu, berdasarkan hasil pengukuran zona uap di sumur diperkirakan reservoir mempunyai ketebalan rata-rata 600 meter. Dari data temperatur rata-rata reservoir, berdasarkan

pada klasifikasi sistim panasbumi yang dibuat dari Banderiter & Cormy (1990) , sistim panasbumi Lapangan X termasuk kedalam sistim panasbumi entalpy tinggi.

Gambar 7 memperlihatkan peta iso temperatur hasil sebaran di Lapangan X. Dari hasil sebaran temperatur, dengan mengasumsikan luas reservoir berdasarkan luas daerah yang mempunyai temperatur diatas 200°C, luas reservoir X diperkirakan 20 km<sup>2</sup>.



Gambar 5 : Peta Iso Temperatur Lapangan X

Kalkulasi potensi listrik mengindikasikan Lapangan X dengan mempunyai potensi listrik berkisar 40 MW. Ini berarti selama 30 tahun lapangan mampu membangkitkan energi listrik sebesar 40 MW. Ini berarti, kapasitas maksimum PLTP di lapangan X ini adalah 40 MW.

### Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan kalkulasi potensi lapangan listrik, Lapangan X dengan luas reservoir 20 km<sup>2</sup> dapat membangkitkan listrik sebesar 40 MW. Ini berarti dengan membangun PLTP berkapasitas 40 MW, Lapangan X mampu mensuplai uap untuk pembangkit selama 30 tahun.

Jumlah data yang terbatas menjadikan kalkulasi potensi listrik menjadi spekulatif. Untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan studi sensitivitas parameter-parameter tersebut diatas.

### Daftar Pustaka

Novriansyah, Adi, 2009,;: *Pengaruh Reinjeksi Terhadap Produksi Pada Lapangan Dominasi Uap X*, Tesis Program Pascasarjana Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Saptadji, Nenny Miryani: *Catatan Kuliah Teknik Panas Bumi*, Bandung, Penerbit ITB.

Yustin Kamah, M. et. al., 2009 : *The Productive Feed Zones Identified Based on Spinner Data and Application in the Reservoir Potential Review of Kamojang Geothermal Area, Indonesia, Turkey*, Proceedings World Geothermal Congress.