

## Pemanfaatan Panas Bumi Sebagai Sumber Energi Alternatif Sulawesi Utara

Alexander Tompodung<sup>a)</sup> dan Tammy T.V.Pangow<sup>b)</sup>

<sup>a)</sup>Teknik Mesin Univ. Sam Ratulangi, Manado

email: [alexander\\_tompodung@yahoo.com](mailto:alexander_tompodung@yahoo.com)

<sup>b)</sup>Politeknik Negeri, Manado

### Abstrak

*Sumber energi panas bumi di Sulawesi Utara cukup tersedia. Total potensi energi panas bumi Sulut sekitar 800MW, dengan suhu uap sekitar 170C. Kondisi yang sudah terpasang sekitar 40MW dan rencana hingga tahun 2009 menjadi 80MW. Baru 10% yang dimanfaatkan. Disisi lain hingga tahun 2000 kapasitas terpasang sistem pembangkit Sulut sekitar 120 MW, sebagian besar (80%) diperoleh dari mesin diesel yang telah uzur. Kebutuhan daya listrik Sulut sebesar 10MW per tahun. Oleh karena itu perlu pemanfaatan yang lebih maksimal energi panas bumi guna menunjang kebutuhan energi sekaligus meningkatkan kesejahteraan masyarakat Sulawesi Utara. Tulisan ini memaparkan peluang pemanfaatan teknologi panas bumi dalam menunjang energi alternatif dan peningkatan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat, teristimewa sebagai masukan dalam mengatasi krisis energi. Peluang tersebut seperti pemanfaatan teknologi panas bumi sebagai pembangkit listrik, pemanfaatan sebagai pengering hasil pertanian atau kelautan, pemanfaatan untuk keperluan pemanas pemukiman, serta untuk industri. Perlu dipikirkan oleh semua pihak mengenai investasi, regulasi, dan dampak dari pemanfaatan masing-masing teknologi tersebut.*

Kata kunci : teknologi, panas bumi, sulut, lahendong, siklus biner, driyer, aren, listrik

### Pendahuluan

Konservasi energi dan produk energi yang lebih akrab terhadap lingkungan adalah isu yang semakin kuat dan mendasar dalam kebijakan pembangunan energi nasional.

Panas bumi sebagai salah satu energi terbarukan dan lebih bersih lingkungan dimana 40% potensi cadangan dunia berada di Indonesia. Akan tetapi dilain pihak pemanfaatan panas bumi di Indonesia hingga saat ini masih sangat kecil, baru 820 Mw atau 3% dari 25.218 Mw total konsumsi listrik nasional. Apalagi *geothermal* ini memiliki pasokan yang kontinu, tidak seperti bahan bakar minyak yang sangat tergantung pada distribusi.

Sulawesi Utara memiliki luas kl. 27.485,63 km<sup>2</sup> dengan sektor utama agraris. Hingga tahun 2000 daya terpasang sistem pembangkit listrik Sulawesi Utara sekitar 120 MW, sedangkan kebutuhan listrik Sulawesi Utara sekitar 10 MW per tahun.

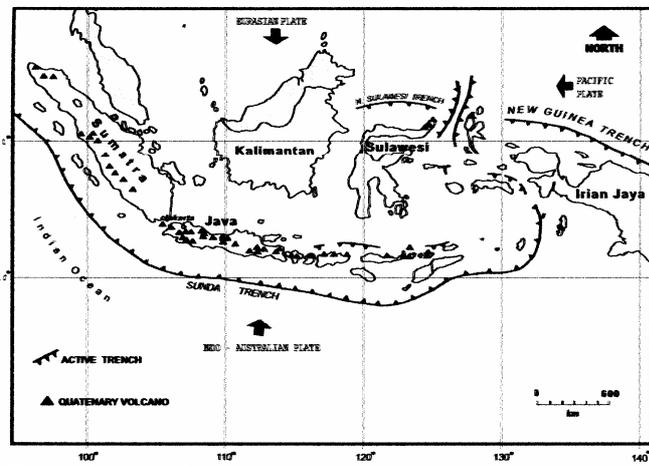
Total potensi energi panas bumi Sulut sekitar 800MW, kapasitas sudah ter pasang baru 40MW dan rencana hingga 2009 menjadi 80MW.

Tujuan tulisan ini adalah mengkaji aspek teknologi panas bumi sebagai sumber energi alternative yang perlu lebih ditingkatkan di Sulawesi Utara guna meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat, khususnya di daerah-daerah yang berpotensi panas bumi.

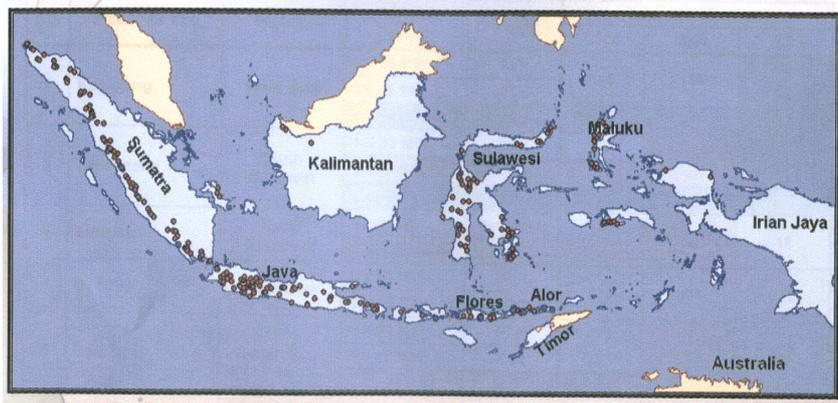
### Potensi Panas Bumi

Potensi panas bumi di Indonesia sangat erat kaitannya dengan posisi Indonesia dalam kerangka tektonik dunia. Ditinjau dari munculnya panas bumi di permukaan persatuan luas, Indonesia menempati urutan ke empat dunia, bahkan dari segi temperatur yang tinggi, merupakan kedua terbesar. Sebagian besar energi panas bumi yang telah dimanfaatkan di seluruh dunia merupakan energi yang diekstrak dari sistem hidrothermal, karena pemanfaatan dari *hot-igneous system* dan *conduction-dominated system* memerlukan teknologi ekstraksi yang sangat tinggi. Sistem hidrothermal erat kaitannya dengan sistem vulkanisme dan pembentukan gunung api pada zona batas lempeng yang aktif dimana terdapat aliran panas (*heat flow*) yang tinggi. Indonesia terletak dipertemuan tiga lempeng aktif yang memungkinkan panas bumi dari kedalaman ditransfer ke permukaan melalui sistem rekahan. Posisi strategis ini menempatkan Indonesia sebagai negara paling kaya dengan energi panas bumi sistem hodrothermal yang tersebar disepanjang busur vulkanik. Sehingga sebagian besar sumber panas bumi di Indonesia tergolong mempunyai entalpi tinggi. Gambar 1 adalah peta garis

vulkanik di Indonesia sedangkan Gambar 2 dan Tabel 1 adalah gambaran potensi panas bumi di Indonesia dengan 27.357,5 MW, yang tersebar di 253 lokasi.



Gambar 1. Garis vulkanik di Indonesia



Gambar 2. Peta potensi geotermal di Indonesia

Tabel 1. Potensi Panas Bumi Indonesia Tahun 2004

No.	Provinsi	Jumlah Lokasi	Potensi Energi (Mwe)					Total	Kapasitas Terpasang
			Sumber Daya		Potensi Lapangan				
			Spesialistik	Hipotesis	Terduga	Cadangan	Mungkin		
1	Aceh	17	830	398	282			1310	
2	Sumatra Utara	16	1500	170	1827		329	3429	2
3	Sumatra Barat	15	825	73	758			1656	
4	Bangka-Belitung	5	450	223	600			1273	
5	Bangka-Belitung	3	75					75	
6	Jambi	8	375	259	368	15	40	1047	
7	Riau	1	25					25	
8	Sumatra Selatan	5	725	382	794			1911	
9	Lampung	13	925	838	1072		20	2955	
10	Banten	7	450	100	285			835	
11	Jawa Barat	38	1500	794	1297	488	1557	5628	725
12	Jawa Tengah	14	275	342	614	115	280	1628	80
13	Yogyakarta	1			10			10	
14	Jawa Timur	11	137.5	295	774			1208.5	
15	Bali	5	75		228			301	
16	NTB	3		8	108			114	
17	NTT	19	290	353	609		14	1256	
18	Kalimantan Barat	3	50					50	
19	Sulawesi Utara	5	25	125	540	110	85	865	20
20	Gorontalo	2	25		15			40	
21	Sulawesi Tengah	14	275		106			381	
22	Sulawesi Tenggara	13	250		51			301	
23	Sulawesi Selatan	16	325		49			374	
24	Maluku Utara	9	150	117	42			309	
25	Maluku	8	125		100			225	
26	Irian Jaya	2	50					50	
<b>Total</b>		<b>282</b>	<b>9532.5</b>	<b>4475</b>	<b>10917</b>	<b>728</b>	<b>2305</b>	<b>27357.5</b>	<b>807</b>
			<b>14007.5</b>		<b>13350</b>				

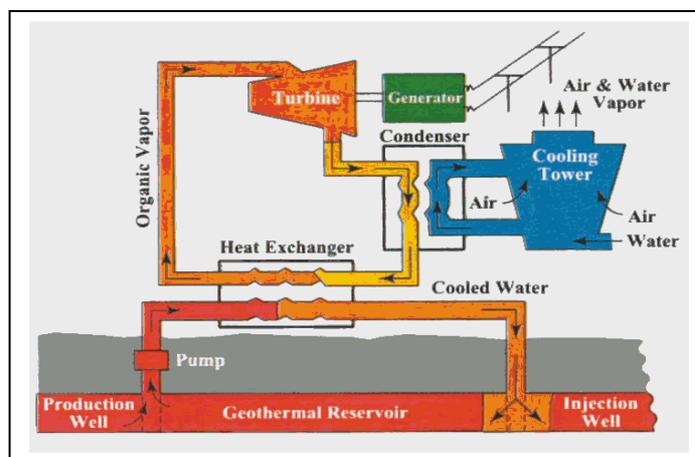
Kebikinan Hasil Lapangan - DDM, 2001

## Peluang Pengembangan

Ada beberapa peluang pengembangan panas bumi sebagai energi alternative di Sulawesi Utara seperti pengembangan panas bumi sebagai penggerak turbin penghasil listrik (pemakaian tidak langsung), atau pengembangan panas bumi sebagai pemanas dipemukiman, permandian, *agro heating*, *green houses*, pengering ikan, industri, *heat pump* (pemakai langsung).

- **Pengembangan teknologi panas bumi untuk energi listrik**

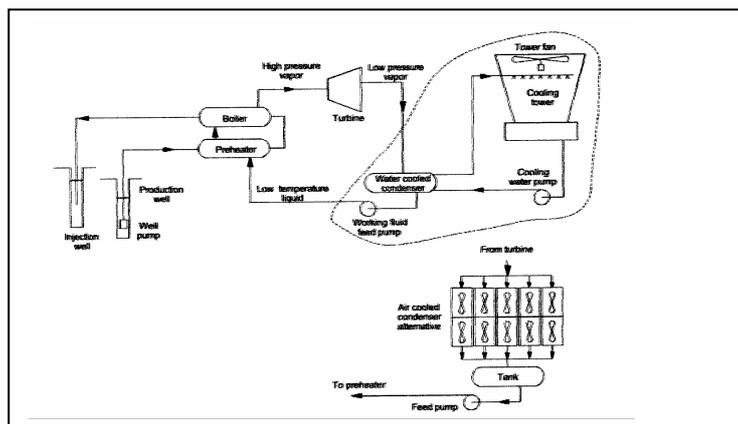
Salah satu alternatif pengembangan panas bumi untuk energi listrik adalah dengan teknologi pusat listrik siklus biner (Gambar 3, 4 dan 5) terutama untuk kualitas sumur geotermalnya yang berentalpi rendah. Teknologi ini terbagi dalam dua siklus operasi yakni siklus fluida geothermal dan siklus fluida organik, selain siklus fluida air pendingin, Gambar 3. Fluida sebagai penggerak turbin adalah berupa propane. Teknologi ini pernah dikembangkan 2,5 MW di desa Pangolombian, Lahendong, Sulawesi Utara, 1995, Gambar 4, tapi hingga saat ini belum dilanjutkan.



**Gambar 3.** Bynary cycle power plant  
(source Geothermal Energi, 1998, Univercity of Utah)

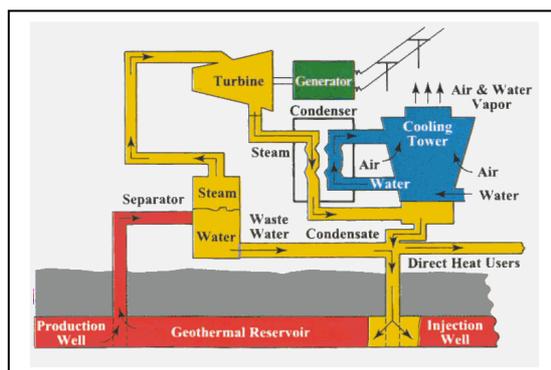


**Gambar 4.** Pembangkit listrik siklus biner 2,5 MW, Pangolombian, Sulut.



**Gambar 5.** Diagram alir sebuah pembangkit listrik panas bumi siklus biner.

Alternative selanjutnya adalah dengan pemanfaatan teknologi panas bumi metoda *flash* (Gambar 6 dan 7), untuk entalpi menengah. Pada metoda ini fluida dari sumur geothermal terlebih dahulu dipisahkan dari berbagai material hingga hanya uap yang diteruskan untuk memutar turbin, Gambar 6. Material ataupun fluida yang tidak digunakan selanjutnya di kembalikan ke sumur. Teknologi ini telah dikembangkan di beberapa tempat di Indonesia. Berikut ini adalah contoh yang telah dikembangkan di daerah Sulawesi Utara pada PLTP Lahendong I 1x20 MW, 2001, dan Lahendong II 1x20 MW, 2007. Saat ini sedang penyelesaian akhir Lahendong III 1x20MW.



**Gambar 6.** Flash steam power plant  
(sumber Geothermal Energi, 1998, University of Utah)



**Gambar 7a.** Saat instal PLTP Lahendong II 1x20 MW, operasi komersial juli 2007.



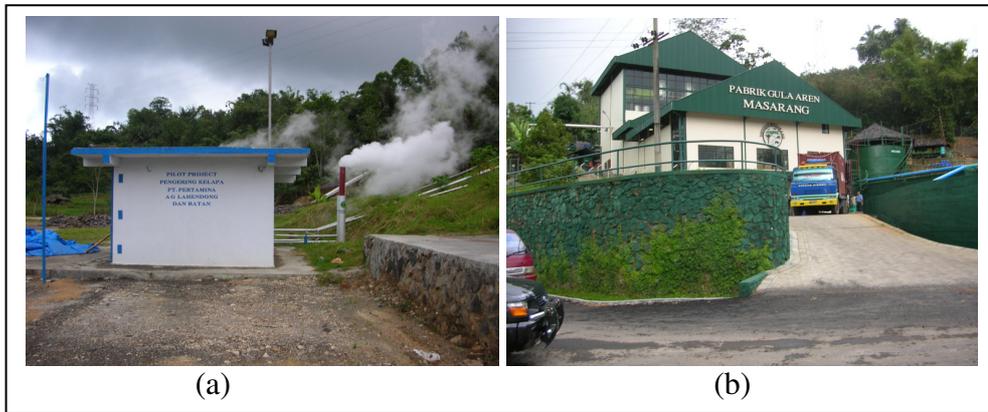
**Gambar 7b.** Saat instal PLTP Lahendong II 1x20 MW, operasi komersial juli 2007 (lanjutan).

- **Teknologi pemanfaatan energi panas bumi**

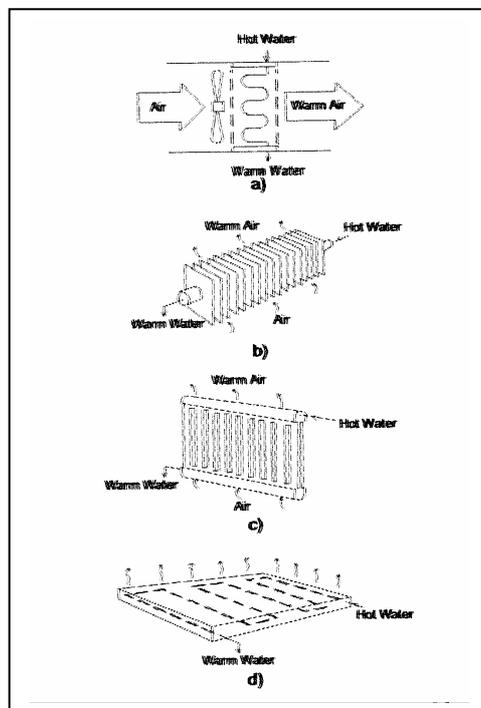
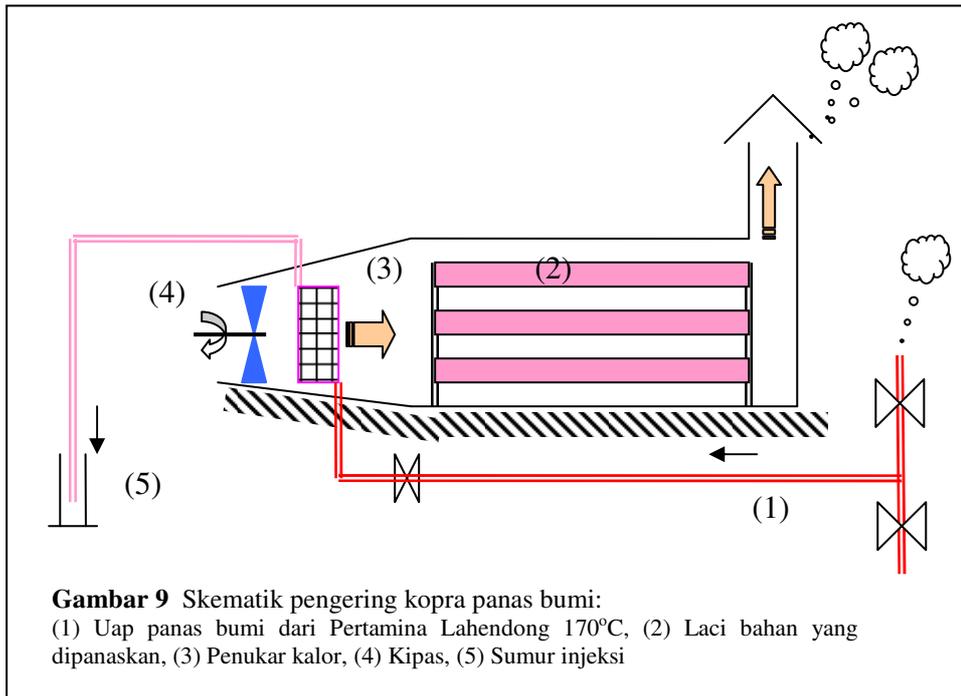
Selain dengan teknologi pembangkit listrik seperti yang dijelaskan diatas, peluang lainnya adalah dengan teknologi pemanfatan panas/energi dari panas bumi. Suhu uap geothermal area Lahendong sekitar 160-170C. Model pemanfaatan teknologi panas dari panas bumi ini diperlihatkan pada Gambar 8 sampai dengan 10, yang ada di daerah Sulawesi Utara, di desa Tondangow.

Gambar 8a adalah bentuk teknologi pengeringan kopra dan Gambar 8b adalah bentuk teknologi penyulingan nira aren menjadi alkohol dan pengeringan nira aren menjadi gula kristal. Pertamina Area Geothermal Lahendong memasok uap sebesar 4 ton per jam untuk keperluan pengoperasian pabrik pengeringan gula aren berkapasitas 2,5 ton per hari. Pabrik ini adalah pabrik pertama didunia yang diresmikan oleh Presiden RI Januari 2007. Hasil samping dari pabrik ini adalah ethanol yang kadarnya mencapai 70 persen.

Gambar 9 adalah model teknologi panas bumi untuk pemukiman dan hotel. Disini panas dari panas bumi atau dari sumur dapat dimanfaatkan langsung, Gambar 9a, atau panas di lewatkan dulu ke peralatan penukar kalor, Gambar 10.



**Gambar 8.** Teknologi penggunaan panas panas bumi: (a) pilot project pengering kelapa dan (b) pabrik gula aren dan penyulingan nira aren, Tondangow, Sulawesi Utara.



**Gambar 10.** Model-model peralatan penukar kalor:  
 a) udara tekan, b) konveksi, c) konveksi alamiah (radiator), dan d) panel datar.

## **Keunggulan dan tantangan**

- **Keunggulan**

Energi panas bumi adalah energi yang dihasilkan dari panas di perut bumi yang muncul ke permukaan bumi. Mengingat BBM dimasa sekarang dan akan datang semakin sulit bahkan semakin habis, maka energi panas bumi ini memiliki keunggulan :

1. Energi terbarukan.
2. Tidak memakai BBM, dapat menghemat pemakaian bahan bakar minyak (BBM).
3. Pasokan dapat diandalkan untuk jangka waktu lama (lebih dari 100 tahun).
4. Potensi panas bumi Sulut besar.

- **Tantangan kebijakan**

Beberapa tantangan pemanfaatan panas bumi:

1. Investasi awal besar (padat modal) tahap explorasi, yang berdampak pada harga jual energi atau produk yang dihasilkan. Menurut Atmojo, 2006, investasi dengan batu bara 500-600 US\$/kW sedangkan geothermal ~720 US\$/kW. Harga jual energi batu bara 1.4 cent US\$ sedangkan geothermal (Lahendong) 1.7 cent US\$.
2. Belum menarik investor.

## **Terima kasih**

Terima kasih kepada PT. PLN Sektor Minahasa dan PT. Pertamina Explorasi Panas Bumi Lahendong atas izin pemunculan beberapa gambar dan informasi dari lokasi Lahendong.

## **Kesimpulan**

Dari uraian diatas maka diperoleh beberapa kesimpulan

1. Potensi panas bumi di Indonesia cukup besar sehingga memungkinkan untuk di manfaatkan sebesar-besarnya teristimewa guna meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat.
2. Perlu pengertian semua pihak untuk penggunaan panas bumi sebagai energi alternatif mengingat teknologi ini padat modal, terutama pada investasi awal.
3. Perlu regulasi agar panas bumi lebih dilirik.
4. Explorasi sumur baru perlu ditingkatkan lagi tapi disesuaikan dengan kebutuhan.
5. Perlu dipersiapkan dampak atau efek pemanfaatan teknologi panas bumi ini.

## Daftar Kepustakaan

- Atmojo. J. P, 2006, Development of Geothermal Resources In Indonesia, Working group meeting climate change, clean energy and sustainable development, Mexico.
- Buletin Pertamina, Edisi No: 4 / XLIII, 22 Januari 2007 , Pertamina Pasok Uap Panas Bumi untuk Pabrik Gula Aren Masarang
- Harsoprayitno. S, Peluang Panas Bumi Sebagai Sumber Energi Alternatif Dalam Penyediaan Tenaga Listrik Nasional.
- Lund. J. W, 2005, Direct Heat of Geothermal Resources Worldwide 2005.
- Legowo. E. H, 2007, Development of Alternative Energy in Indonesia, 5<sup>th</sup> Asian Petroleum Technologie Symposium, Jakarta.
- PT. PLN (Persero) Wilayah VII, 1995, Peranan PT. PLN (Persero) Wil VII Dalam Menyediakan Energi Listrik di Sulawesi Utara, Manado.
- Tompodung.A, 2007, Peluang Teknologi Panas Bumi sebagai Sumber Energi Alternatif Menyongsong Manado Kota Pariwisata 2010, Proceedings, seminar Peran Teknologi Dalam Rangka Menunjang Manado Menuju Kota Pariwisata Dunia 2010, ISBN: 973-979-17509-0-5.