

PEMANFAATAN GEOTHERMAL DAN DAMPAKNYA TERHADAP LINGKUNGAN

Towijaya, Ghoni Musyaha, Nurholis Satria, m ubaidillah

Teknik Elektronika Politeknik Muhammadiyah Pekalongan
 Jl. Raya Pahlawan No. Gejlig – Kajen Kab. Pekalongan
 Telp.: (0285) 385313

Abstract

Geothermal energy is energy generated by geothermal pressures. The heat was very great value because every drop 100 feet to a temperature rise of 3 Celsius. Geothermal energy is highest in the earth's core. Thus, it is certain that the energy produced would be much too. Selection of geothermal energy as an alternative energy source is the right choice

Geothermal power plant with the same principle of thermal power plant steam turbin other-the heat from the fuel (in this case is the Earth's core) is used to heat water or other suitable fluid . Existing fluid is then used to turn a turbine generator to produce electricity. The fluid is then cooled and returned to the heat source.

Fluid is drawn from the earth carry a mixture of several gases , including carbon dioxide (CO₂) , hydrogen sulfide (H₂S) , methane (CH₄) , and ammonia (NH₃) . These pollutants come if off contributed to the global warming , acid rain , and bad odor and toxic . Geothermal power plants that exist today issued an average of 40 kg of CO₂ per megawatt - hour (MWh .)

Keywords : *geothermal energy , global warming*

Abstrak

Energi geothermal adalah energi yang dihasilkan oleh tekanan panas bumi. Panas ini bernilai sangat besar karena setiap penurunan 100 meter akan terjadi kenaikan suhu sebesar 3 Celcius. Panas bumi tertinggi terdapat dalam inti bumi. Dengan demikian, dapat dipastikan bahwa energi yang dihasilkan pun akan banyak juga. Pemilihan energi panas bumi sebagai sumber energi alternatif merupakan pilihan yang tepat.

Pembangkit listrik tenaga panas bumi sama prinsipnya dengan pembangkit listrik termal berturbin uap lainnya - panas dari bahan bakar (dalam hal ini adalah inti bumi) digunakan untuk memanaskan air atau fluida lainnya yang sesuai. Fluida yang sudah berjalan lalu digunakan untuk memutar turbin generator sehingga menghasilkan listrik. Fluida tersebut lalu didinginkan dan dikembalikan ke sumber panas.

Fluida yang ditarik dari dalam bumi membawa campuran beberapa gas, diantaranya karbon dioksida (CO₂), hidrogen sulfida (H₂S), metana (CH₄), dan amonia (NH₃). Pencemar-pencemar ini jika lepas ikut memiliki andil pada pemanasan global, hujan asam, dan bau yang tidak sedap serta beracun. Pembangkit listrik tenaga panas bumi yang ada saat ini mengeluarkan rata-rata 40 kg CO₂ per megawatt-jam (MWh).

Kata kunci : *panas bumi, global warming*

A. Pendahuluan

Sejak energi berbahan bakar fosil diisukan mulai menipis, khalayak mulai mempertanyakan banyak hal; Lalu, bagaimana kita hidup?? Banyak jawaban yang ditawarkan. Di antaranya adalah dengan menghemat bahan bakar fosil tersebut dan mencari sumber energi alternatif.

Menghemat bahan bakar fosil. Sejenak merupakan kebijakan yang sempurna. Akan tetapi, sikap itu kurang menyelesaikan masalah. Apalagi untuk jangka panjang. Hal ini disebabkan karena bahan bakar tersebut (minyak bumi dan batubara) lama-kelamaan akan habis. Alhasil, kepesimisan ini memaksa manusia untuk

memikirkan alternatif kedua, yakni mencari sumber energi alternatif. Salah satu sumber energi alternatif itu adalah energi geothermal atau energi panas bumi.

Energi geothermal adalah energi yang dihasilkan oleh tekanan panas bumi. Panas ini bernilai sangat besar karena setiap penurunan 100 meter akan terjadi kenaikan suhu sebesar 3 Celcius. Panas bumi tertinggi terdapat dalam inti bumi. Dengan demikian, dapat dipastikan bahwa energi yang dihasilkan pun akan banyak juga. Pemilihan energi panas bumi sebagai sumber energi alternatif merupakan pilihan yang tepat.

Ada beberapa alasan mengapa kita perlu beralih energi geothermal. Beberapa di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Potensi energi geothermal sangat besar

Negara Indonesia dilewati sekitar 20% panjang sabuk api (*ring of fire*). Jalur ini merupakan jalur dimana gunung api banyak dijumpai. Dari gunung-gunung api inilah sumber panas diperoleh.

Menurut perkiraan yang tercatat hingga saat ini ada sekitar 20 ribu MW setara 40% potensi panas bumi dunia. Akan tetapi, baru sekitar 3-4% saja yang dimanfaatkan. Jelas, ini sebuah peluang yang sangat besar dan perlu dimanfaatkan.

2. Kemudahan teknologi

Energi geothermal merupakan energi yang dihasilkan oleh panas bumi. Panas atau suhu tinggi ini sangat mudah dimengerti sebagai sumber energi. Akan tetapi, perlu adanya transformasi energi ke dalam bentuk energi lain sehingga siap pakai.

Penerangan di Indonesia hampir 100% mempergunakan listrik. Teknologi konversi energi panas (steam) menjadi energi listrik sudah terbukti dimana-mana sehingga secara teknologi tidak ada masalah dengan pemanfaatan energi geothermal ini. Juga kebutuhan untuk penerangan dan transportasi jelas ada di Indonesia. Kereta Api listrik di Jakarta sudah sejak lama memanfaatkan listrik sebagai sumber penggerakannya. Hal ini tentunya juga akan sangat mungkin untuk memanfaatkan geothermal sehingga dipergunakan sebagai energi pembangkit energi listrik juga untuk kebutuhan industri (lapangan kerja).

3. Menyelamatkan lingkungan

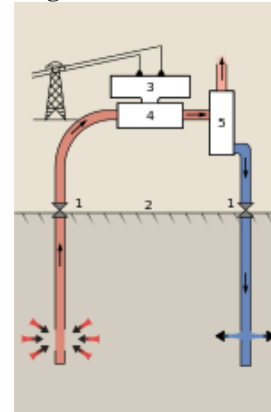
Pemanfaatan energi geothermal atau secara real dalam bentuk pembangkit listrik bersifat ramah lingkungan. Hal ini disebabkan karena Pembangkit energi geothermal tidak membutuhkan bahan bakar untuk menghasilkan listrik sehingga level emisinya sangat rendah. Ia membebaskan 1 sampai 3% karbondioksida dari yang dikeluarkan energi fosil.

Pembangkit tenaga geothermal membebaskan kurang dari 97% hujan asam-penyusun sulfur daripada bahan bakar fosil. Setelah uap air dan air dari reservoir tenaga geothermal digunakan, air kemabali diinjeksikan ke tanah. Selebihnya, karena level emisinya rendah, maka pemanfaatannya pun mengurangi keberlanjutan global warming.

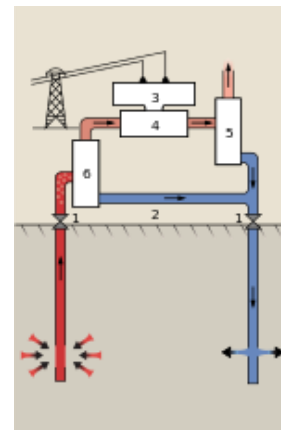
4. Tidak membutuhkan pasokan bahan bakar

Setelah dilakukan perbandingan capacity factor, ternyata pembangkit listrik yang mempunyai capacity factor tertinggi adalah pembangkit listrik tenaga geothermal (PLTG).

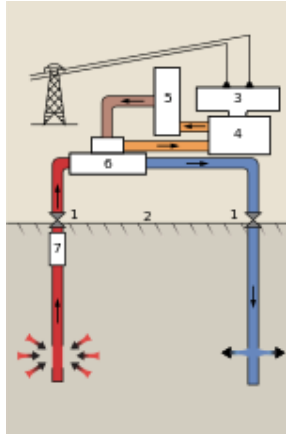
B. Jenis pembangkit



Gambar 1 Pembangkit uap kering.



Gambar 2 Pembangkit flash steam



Gambar 3 Pembangkit siklus biner.

Keterangan: 1 Permukaan sumur 2 Permukaan tanah 3 Generator 4 Turbin 5 Kondensor 6 Penukar panas 7 Pompa

■ Air panas ■ Air dingin ■ Uap isobutana
■ Cairan isobutana

Pembangkit listrik tenaga panas bumi sama prinsipnya dengan pembangkit listrik termal berturbin uap lainnya - panas dari bahan bakar (dalam hal ini adalah inti bumi) digunakan untuk memanaskan air atau fluida lainnya yang sesuai. Fluida yang sudah berjalan lalu digunakan untuk memutar turbin generator sehingga menghasilkan listrik. Fluida tersebut lalu didinginkan dan dikembalikan ke sumber panas.

Pembangkit uap kering

Pembangkit dengan sistem uap kering merupakan rancangan paling tua dan sederhana. Dalam sistem ini uap panas bumi bersuhu 150°C atau lebih langsung digunakan untuk memutar turbin.

Pembangkit *flash steam*

Pembangkit dengan sistem *flash steam* mengambil air panas bertekanan tinggi dari kedalaman bumi masuk ke tangki bertekanan rendah lalu menggunakan uap yang dihasilkan untuk memutar turbin. Sistem ini membutuhkan fluida bersuhu sekurang-kurangnya 180°C; biasanya lebih. Ini adalah jenis yang paling umum dioperasikan saat ini.

Pembangkit siklus biner

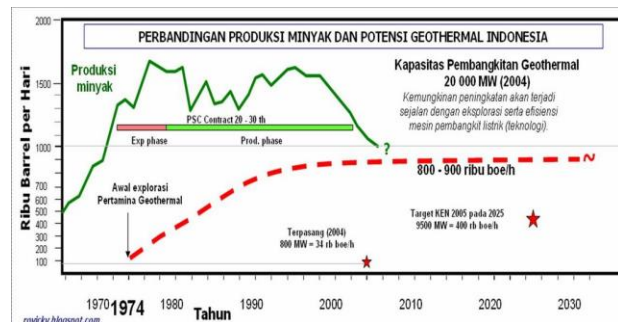
Pembangkit dengan sistem siklus biner adalah pengembangan terbaru dan memungkinkan suhu terendah fluida hingga 57°C. Air panas bumi yang tidak terlalu panas tersebut dialirkan melewati fluida sekunder yang memiliki titik didih jauh di bawah titik didih air. Hal ini menyebabkan fluida sekunder menguap yang lalu digunakan untuk memutar turbin. Ini adalah jenis yang paling umum dibangun saat ini. Siklus Rankine Organik

maupun siklus Kalina keduanya digunakan. Efisiensi termal pembangkit jenis ini biasanya sekitar 10-13%.

Tabel 1
Capacity Factor Beberapa Pembangkit Listrik Terkemuka di Indonesia

No.	Pembangkit Listrik	Capacity Factor
1.	PLTG Kamojang	93%
2.	PLTG wayang Windu	94%
3.	PLTG Darajat	93%
4.	PLTBatubara Suralaya	67%
5.	PLTA Saguling	36%
6.	PLTA Brantas	39%

Meskipun demikian, pemanfaatan energi panas bumi secara berlebihan tetap berdampak kurang menyenangkan. Beberapa dampak yang mungkin terjadi adalah ancaman terhadap keberadaan hutan lindung, amblesan tanah (*subsidence*), pengurangan air tanah ataupun mata air, penggundulan hutan, dan erosi. Masalah tersebut bukanlah masalah yang sepele. Jika kita tidak memperhatikan masalah tersebut, boleh jadi tak akan jadi masalah pada kehidupan kita sekarang.



Gambar 4 Perbandingan Produksi Minyak dan Geothermal Indonesia

C. Akibat Sosial:

Timbulnya keresahan masyarakat, terjadinya gangguan kamtibmas, menurunnya kesehatan masyarakat dan kekhawatiran menjalani kehidupan di bawah bayang-bayang ancaman bencana longsor, gas beracun, amblasan, kekeringan, kebakaran dan serba ketidakpastian tanpa akhir.

D. Akibat terhadap lingkungan



Gambar 5 Stasiun Panas Bumi Krafla di timur laut Islandia

Fluida yang ditarik dari dalam bumi membawa campuran beberapa gas, diantaranya karbon dioksida (CO_2), hidrogen sulfida (H_2S), metana (CH_4), dan amonia (NH_3). Pencemar-pencemar ini jika lepas ikut memiliki andil pada pemanasan global, hujan asam, dan bau yang tidak sedap serta beracun. Pembangkit listrik tenaga panas bumi yang ada saat ini mengeluarkan rata-rata 40 kg CO_2 per megawatt-jam (MWh), hanya sebagian kecil dari emisi pembangkit berbahan bakar fosil konvensional. Pembangkit yang berada pada lokasi dengan tingkat asam tinggi dan memiliki bahan kimia yang mudah menguap, biasanya dilengkapi dengan sistem kontrol emisi untuk mengurangi gas buangnya. Pembangkit listrik tenaga panas bumi secara teoritis dapat menyuntikkan kembali gas-gas ini ke dalam bumi sebagai bentuk penangkapan dan penyimpanan karbon.

Selain gas-gas terlarut, air panas dari sumber panas bumi mungkin juga mengandung sejumlah kecil bahan kimia beracun, seperti merkuri, arsenik, boron, antimon, dan garam-garam kimia. Bahan-bahan kimia ini keluar dari larutan saat air mendingin dan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan jika dilepaskan. Praktek modern menyuntikkan kembali fluida panas bumi ke dalam bumi untuk merangsang produksi, memiliki manfaat sampingan mengurangi bahaya lingkungan ini.

Pembangunan pembangkit dapat juga merusak stabilitas tanah. Tanah amblas pernah terjadi di ladang Wairakei di Selandia Baru. Sistem panas bumi yang ditingkatkan juga dapat memicu gempa akibat rekah hidrolik. Proyek di Basel, Swiss dihentikan karena lebih dari 10.000 gempa berkekuatan hingga 3,4 Skala Richter terjadi selama 6 hari pertama penyuntikan air. Bahaya pengeboran panas bumi yang dapat mengakibatkan pengangkatan tektonik pernah dialami di Staufen im Breisgau, Jerman.

Pembangkit listrik tenaga panas bumi membutuhkan luas lahan dan jumlah air tawar minimal proyek ini antara lain:

1. Belerang yang diolah dan dimanfaatkan dapat dijual
2. Meningkatnya pendapatan pemerintah.
3. Timbulnya peluang kerja.

. Pembangkit ini hanya memerlukan lahan seluas 404 meter persegi per GWh dibandingkan dengan 3.632 dan 1.335 meter persegi untuk fasilitas batubara dan ladang angin. Pembangkit ini juga hanya menggunakan 20 liter air tawar per MWh dibandingkan dengan lebih dari 1000 liter per MWh untuk pembangkit listrik tenaga nuklir, batubara, atau minyak.

E. Kerugian dengan energi geothermal

Pembangunan pembangkit tenaga geothermal mempengaruhi kestabilan tanah di beberapa daerah. Hal ini terjadi ketika air diinjeksikan ke lapisan batuan kering ketika di sana tidak ada air sebelumnya. Uap kering dan uap dalam skala kecil juga membebaskan dalam level rendah gas karbon dioksida, nitrit oksida, sulfur meskipun hanya sekitar 5% dari level jika menggunakan bahan bakar fosil. Meskipun demikian, pembangkit listrik tenaga geothermal dapat dibangun dengan sedikit emisi-dengan membuat sistem control yang dapat menginjeksikan gas-gas ke dalam tanah dengan mengurangi emisi karbon agar kurang dari 0.1% dari total emisi dengan pembangkit listrik dengan bahan bakar fosil. Meskipun lapisan geothermal dapat menghasilkan panas dalam beberapa decade akan tetapi secara spesifik beberapa lokasi akan mengalami pendinginan karena pembangunan sumber yang terlalu luas sementara hanya sedikit energi yang tersedia.

F. Dampak Negatif

Dampak negatif akibat pembangunan proyek ini adalah :

1. Uap panas bumi yang keluar dari sumur terdiri atas uap air, air panas, dan beberapa jenis pengotor. Cara Penanggulangan dampak ini antara lain : pada alat pemisah dan pembersih, pengotoran - pengotoran (belerang) dipisahkan
2. Belerang yang telah dipisahkan akan menjadi masalah jika dibuang sembarangan misalnya jika dibuang di sungai maka akan terjadi pencemaran air dimana air di pedesaan merupakan sumber kehidupan di pedesaan sehingga limbah ini harus diolah dan dimanfaatkan
3. Meningkatnya kebisingan dan getaran, hal ini dapat diatasi dengan menaruh turbin dalam ruangan tertutup serta penanaman pohon pada sekitar lokasi pembangkit.
4. Rawan terjadi kecelakaan kerja, hal ini dapat ditanggulangi dengan menerapkan standar K3 (kesehatan dan keselamatan kerja) yang ketat seperti pembatasan ruang akses bagi yang tidak berwenang, peraturan yang ketat tentang standar pakaian kerja seperti : helm, pakaian proyek (kop roll) sepatu kulit yang tebal, kacamata kerja, masker, dan penutup telinga jika karyawan bekerja sekitar turbin.

G. Dampak Positif

Selain dampak negatif terdapat dampak positif yang dapat ditimbulkan dari pembangunan

H. Hubungan antara PLT Geothermal dengan Global Warming

Dalam dampak negatif PLT Geothermal diatas telah dijelaskan bahwa fluida yang ditarik dari dalam bumi membawa campuran beberapa gas, diantaranya karbon dioksida (CO₂), hidrogen sulfida (H₂S), metana (CH₄), dan amonia (NH₃). Pencemar-pencemar ini jika lepas ikut memiliki andil pada pemanasan global, hujan asam, dan bau yang tidak sedap serta beracun. Pembangkit listrik tenaga panas bumi yang ada saat ini mengeluarkan rata-rata 40 kg CO₂ per megawatt-jam (MWh).

Mengapa zat-zat karbon dioksida (CO₂), hidrogen sulfida (H₂S), metana (CH₄), dan amonia (NH₃) dapat berpengaruh dalam dampak global warming? Untuk itu kita harus tahu dulu tentang global warming dan efek dari zat-zat tersebut.

Pemanasan global

Pemanasan global bisa diartikan sebagai menghangatnya permukaan Bumi selama beberapa kurun waktu. Ini adalah gejala alam yang normal sebenarnya. Kalau tidak mendapat pemanasan maka suhu di Bumi bisa menjadi dingin membeku seperti pada jaman es yang pernah terjadi 15.000 tahun lalu.

Pemanasan pada permukaan Bumi dikenal dengan istilah 'Efek Rumah Kaca' atau *Greenhouse Effect*. Proses ini berawal dari sinar Matahari yang menembus lapisan udara (atmosfer) dan memanasi permukaan Bumi.

Permukaan Bumi yang menjadi panas menghangatkan udara yang berada tepat di atasnya. Karena menjadi ringan, udara panas tersebut naik dan posisinya digantikan oleh udara sejuk.

Sebagian dari udara panas yang naik ke atas ditahan dan dipantulkan kembali ke permukaan oleh lapisan gas di atmosfer Bumi yang terdiri dari Karbon Dioksida, Metan dan Natrium Oksida. Udara panas yang dipantulkan tersebut berfungsi untuk menjaga temperatur Bumi supaya tidak menjadi beku. Proses pemantulan udara panas untuk menghangatkan Bumi inilah yang disebut dengan efek rumah kaca.

Kalau Bumi terus menerus terkena pemanasan ini, bahaya besar lainnya akan muncul, atau bahkan sudah terjadi dan sedang kita rasakan saat ini. Efek pertama yang terjadi adalah tingginya temperatur udara. Masyarakat di Eropa Barat pada bulan-bulan kemarin sudah merasakan

bagaimana tersiksanya hidup ketika suhu menjadi luar biasa panas.

Pemanasan Global adalah fenomena naiknya suhu permukaan bumi karena meningkatnya efek rumah kaca. Efek rumah kaca di atmosfer meningkat akibat adanya peningkatan kadar gas-gas rumah kaca, antara lain karbon dioksida, metana, ozon.

1. Carbon Dioksida (CO₂)

Karbon dioksida adalah gas rumah kaca terpenting penyebab pemanasan global yang sedang ditimbun di atmosfer karena kegiatan manusia. Sumbangan utama manusia terhadap jumlah karbon dioksida dalam atmosfer berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, yaitu minyak bumi, batu bara, dan gas bumi *Energi*.

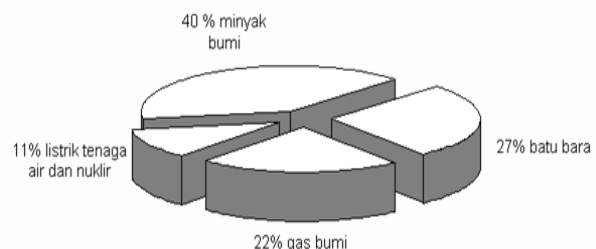
Penggundulan hutan serta perluasan wilayah pertanian juga meningkatkan jumlah karbondioksida dalam atmosfer.

Namun selain efek rumah kaca tersebut, karbon dioksida juga memainkan peranan sangat penting untuk kehidupan tanaman. Karbon dioksida diserap oleh tanaman dengan bantuan sinar matahari dan digunakan untuk pertumbuhan tanaman dalam proses yang dikenal sebagai fotosintesis.

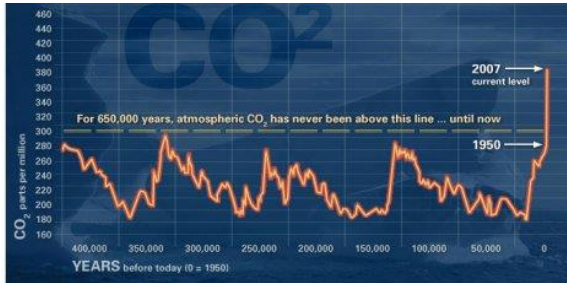
Dari konsumsi energi dunia saat ini (tidak termasuk kayu bakar), sedikit di bawah 40 persen adalah minyak bumi, 27 persen batu bara, dan 22 persen gas bumi, sementara listrik tenaga air dan nuklir merupakan 11 persen sisanya.

Selain merupakan bahan bakar fosil yang menghasilkan pencemaran paling tinggi, batu bara juga menghasilkan karbon dioksida terbanyak per satuan energi. Membakar 1 ton batu bara menghasilkan sekitar 2,5 ton karbon dioksida. Untuk mendapatkan jumlah energi yang sama dari minyak, jumlah karbon dioksida yang dilepas akan mencapai 2 ton dan dari gas bumi hanya 1,5 ton.

Kayu lebih parah lagi, yaitu melepaskan 3,4 ton karbon dioksida untuk menghasilkan jumlah energi yang sama dengan membakar satu ton batu bara



Gambar 6 persentase penggunaan energi bumi (energi fosil) dan energi buatan



Gambar 7 persentase peningkatan gas CO₂

Dari uraian terdahulu dapat disimpulkan bahwa kegiatan manusia (pembakaran bahan bakar fosil, penggundulan hutan dan perluasan pertanian) menambahkan sekitar 22,02 – 25,69 miliar ton karbon dioksida ke atmosfer tiap tahun. Sekitar setengah dari jumlah tersebut tinggal di atmosfer, dan sisanya diserap oleh lautan dan tumbuh-tumbuhan darat. Kadar atau konsentrasi karbon dioksida dihitung dalam satuan ‘ppm’. Singkatan ‘ppm’ berasal dari bahasa Inggris yaitu part per milion, yang berarti bagian per sejuta bagian.

Sebagai satu contoh:

350 ppm karbon dioksida berarti dari sejuta molekul yang berbeda-beda di atmosfer, 350 molekul diantaranya adalah molekul karbon dioksida.

Atau dengan kata lain: dalam satu juta molekul, 350 molekul merupakan karbon dioksida dan 999.650 molekul lain.

Metana (CH₄)

Metana adalah gas rumah kaca lain yang terdapat secara alami. Metana dihasilkan ketika jenis-jenis mikroorganisme tertentu menguraikan bahan organik pada kondisi tanpa udara (anaerob). Gas ini juga dihasilkan secara alami pada saat pembusukan biomassa di rawa-rawa sehingga disebut juga gas rawa. Metana mudah terbakar, dan menghasilkan karbon dioksida sebagai hasil sampingan.

Kegiatan manusia telah meningkatkan jumlah metana yang dilepaskan ke atmosfer. Sawah merupakan kondisi ideal bagi pembentukannya, di mana tangkai padi nampaknya bertindak sebagai saluran metana ke atmosfer. Meningkatnya jumlah ternak sapi, kerbau dan sejenisnya merupakan sumber lain yang berarti, karena metana dihasilkan dalam perut mereka dan dikeluarkan ketika mereka bersendawa dan kentut. Metana juga dihasilkan dalam jumlah cukup banyak di tempat pembuangan sampah; sehingga menguntungkan bila mengumpulkan metana sebagai bahan bakar bagi ketel uap untuk menghasilkan energi listrik.

Metana merupakan unsur utama dari gas bumi. Gas ini terdapat dalam jumlah besar pada sumur minyak bumi atau gas bumi, juga terdapat kaitannya dengan batu bara

3. Ozon (O₃)

Ozon adalah gas rumah kaca yang terdapat secara alami di atmosfer (troposfer, stratosfer). Di troposfer, ozon merupakan zat pencemar hasil sampingan yang terbentuk ketika sinar matahari bereaksi dengan gas buang kendaraan bermotor. Ozon pada troposfer dapat mengganggu kesehatan manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan

4. Dinitrogen oksida (N₂O)

Dinitrogen oksida adalah juga gas rumah kaca yang terdapat secara alami. Dulunya gas ini digunakan sebagai anastasi ringan, yang dapat membuat orang tertawa sehingga juga dikenal sebagai ‘gas tertawa’.

Tidak banyak diketahui secara terinci tentang asal dinitrogen oksida dalam atmosfer. Diduga bahwa sumber utamanya, yang mungkin mencakup sampai 90 persen, merupakan kegiatan mikroorganisme dalam tanah. Pemakaian pupuk nitrogen meningkatkan jumlah gas ini di atmosfer. Dinitrogen oksida juga dihasilkan dalam jumlah kecil oleh pembakaran bahan bakar fosil (minyak bumi, batu bara, gas bumi).

5. Chlorofluorocarbon (CFC)

Chlorofluorocarbon adalah sekelompok gas buatan. CFC mempunyai sifat-sifat, misalnya tidak beracun, tidak mudah terbakar, dan amat stabil sehingga dapat digunakan dalam berbagai peralatan dan mulai digunakan secara luas setelah Perang Dunia II. Chlorofluorocarbon yang paling banyak digunakan mempunyai nama dagang ‘Freon’.

Pengaruh Gas-gas Rumah Kaca terhadap Terjadinya Efek Rumah Kaca

Pengaruh masing-masing gas rumah kaca terhadap terjadinya efek rumah kaca bergantung pada besarnya kadar gas rumah kaca di atmosfer, waktu tinggal di atmosfer dan kemampuan penyerapan energi.

Peningkatan kadar gas rumah kaca akan meningkatkan efek rumah kaca yang dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global

Waktu tinggal gas rumah kaca di atmosfer juga mempengaruhi efektivitasnya dalam menaikkan suhu. Makin panjang waktu tinggal gas di atmosfer, makin efektif pula pengaruhnya terhadap kenaikan suhu.

Kemampuan Gas-gas Rumah Kaca dalam penyerapan panas (sinar inframerah) seiring dengan lamanya waktu tinggal di atmosfer dikenal sebagai GWP, Greenhouse Warming Potential. GWP adalah suatu nilai relatif dimana karbon dioksida diberi nilai 1 sebagai standar.

Zat-zat chlorofluorocarbon, misalnya, mempunyai nilai GWP lebih tinggi dari 10.000. Itu berarti bahwa satu molekul zat chlorofluorocarbon mempunyai

efek rumah kaca lebih tinggi dari 10.000 molekul karbon dioksida.

Dengan kata lain, makin tinggi nilai GWP suatu zat tertentu, makin efektif pula pengaruhnya terhadap kenaikan suhu.

I. Alih Fungsi Lahan dan Pembabatan Hutan

Dari hal diatas telah dijelaskan bahwa pemanfaatan energi panas bumi secara berlebihan tetap berdampak kurang menyenangkan. Beberapa dampak yang mungkin terjadi adalah ancaman terhadap keberadaan hutan lindung, amblesan tanah (*subsidence*), pengurangan air tanah ataupun mata air, penggundulan hutan, dan erosi. Masalah tersebut bukanlah masalah yang sepele. Jika kita tidak memperhatikan masalah tersebut, boleh jadi tak akan jadi masalah pada kehidupan kita sekarang.

Sumber lain CO₂ berasal dari alih fungsi lahan di mana ia bertanggung jawab sebesar 17.4%.² Pohon dan tanaman menyerap karbon selagi mereka hidup. Ketika pohon atau tanaman membusuk atau dibakar, sebagian besar karbon yang mereka simpan dilepaskan kembali ke atmosfer.⁹ Pembabatan hutan juga melepaskan karbon yang tersimpan di dalam tanah. Bila hutan itu tidak segera direboisasi, tanah itu kemudian akan menyerap jauh lebih sedikit CO₂. Dan hal tersebut sedikit banyak ikut andil dalam global warming

J. Kesimpulan

Tidak dapat dipungkiri bahwa pemanfaatan setiap sumber daya alam, apapun jenisnya, akan memberikan gangguan terhadap alam sekitar, namun dalam kegiatan eksplorasi dan eksploitasi panas bumi, gangguan bersifat sementara hanya pada tahap awal, yaitu waktu pemboran eksplorasi dan kegiatan pembangunan, dimana kesibukan lalu lintas pada jalan yang sempit meningkat, menyebabkan terjadinya kemacetan, terjadi erosi tanah permukaan pada waktu kegiatan pembangunan, serta adanya gangguan sementara terhadap hewan dilingkungan sekitar (*wildlife habitat*). Setelah pembangunan selesai, lingkungan panas bumi dijaga agar tidak memberikan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar.

K. Daftar Pustaka

- [1] Syahputra, R. 2016. "Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik". LP3M UMY. Yogyakarta, 2016
- [2] Republik Indonesia. (2016). "Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia tentang Pengesahan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT

Perusahaan Listrik Negara (Persero) Tahun 2016 S. D. 2025". Jakarta: Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.

- [3] Setiawan, Sigit. 2013. Kajian "Energi Panas Bumi Dalam Kerangka MP3EI : Analisis terhadap Prospek, Kendala, dan Dukungan Kebijakan". PKRB, 2013
- [4] Kementerian ESDM. 2011. 2011 Handbook Of Energy & Economic Statistics Of Indonesia.
- [5] Saptadji, Nenny. Energi Panas Bumi (Geothermal Energy). ITB Undang-undang, Peraturan Pemerintah, dan Peraturan dan Keputusan Menteri terkait energi dan energi panas bumi
- [6] Suyanto, 2009, Cadangan Panas Bumi di Indonesia Dapat Menghasilkan 27.000 Megawatt, <http://www.bppt.go.id>.
- [7] Muslim, H. Supari, dkk. 2008. Teknik Pembangkit Tenaga Listrik Jilid 1 (Untuk SMK).
- [8] Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Dirjen Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Depdiknas. Jakarta, 2008
- [9] Budiarto, Rachmawan. Disertasi "Analisis Keandalan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Entalpi Tinggi". Program Pascasarjana FT UGM Swastika,
- [10] Akbar Reza. 2012. Skripsi "Analisa Monitoring Arus Penggiat Pada Operasi Generator Di Unit Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Gunung Salak". Universitas Indonesia. Depok, 2012 [70]
- [11] Arief, Jauzie, dkk. 2017. Jurnal Reka Ekonomika " Studi Hubung Singkat pada Beban Pemakaian Sendiri Sistem Pembangkitan di PT Indonesia Power UBP Kamojang". Itenas. Bandung, 2017
- [12] Firdaus, Alfa dan Ambiya Pietoyo. "Analisa Kelayakan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi. Studi Kasus: Kamojang, Jawa Barat". Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Jakarta