



# Peran Energi Panas Bumi dalam Mitigasi Perubahan Iklim

Webinar Potensi Panas Bumi Indonesia  
Musyawarah Guru Mata Pelajaran Geografi Indonesia  
4 November 2023

**Pri Utami, Ph.D.**  
Departemen Teknik Geologi FT UGM  
Pusat Penelitian Panas Bumi FT UGM  
Vice President International Geothermal Association (2020 – 2023)

ugm.ac.id

LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

1

## CAKUPAN PEMBICARAAN

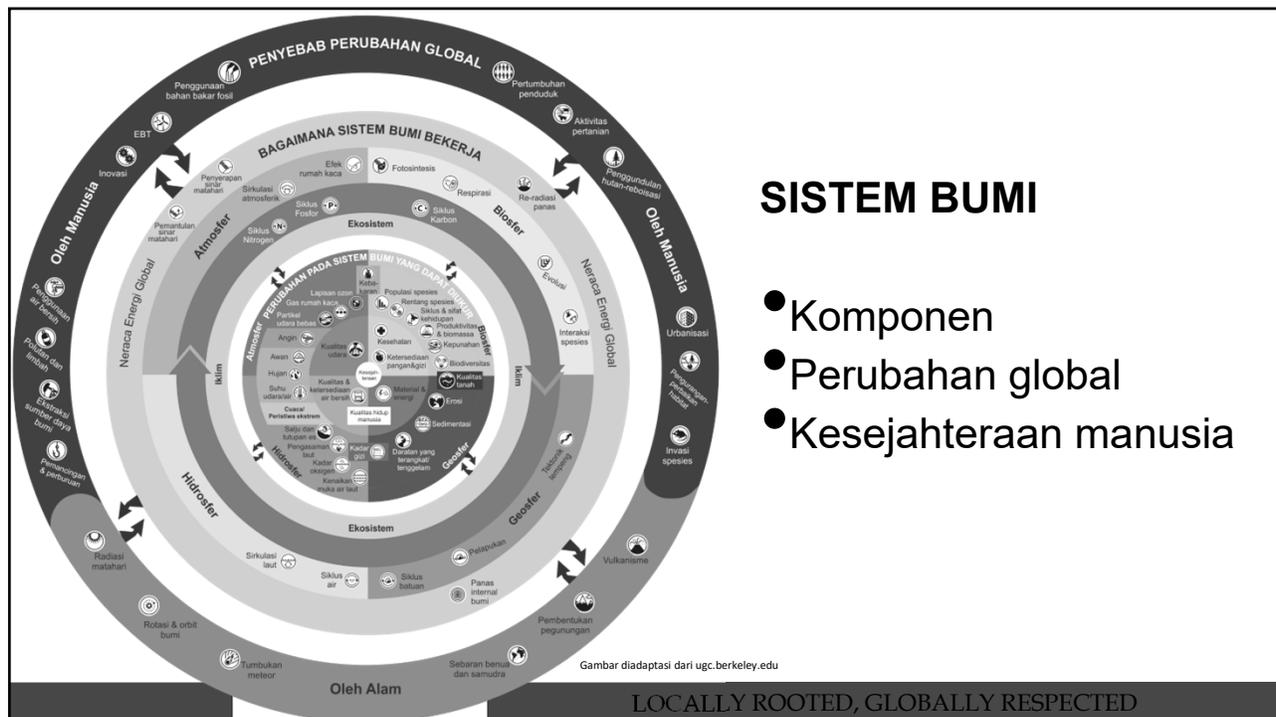
- Pendahuluan
  - Sistem Bumi
  - GRK, pemanasan global, perubahan dan krisis iklim
- Profil penggunaan energi global
- EBT dan mitigasi perubahan iklim
- Panas bumi & EBT Indonesia
- Momentum panas bumi dalam pemulihan hijau
- Contoh dari Selandia Baru
- Penutup



ugm.ac.id

LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

2



3

### GRK, PEMANASAN GLOBAL, PERUBAHAN & KRISIS IKLIM

Sejak revolusi industri aktivitas manusia telah melepaskan gas-gas rumah kaca (GRK)/*green house gases* (GHG) dalam jumlah yang membahayakan (secara kumulatif >40 gigaton), sehingga menimbulkan pemanasan global, perubahan iklim, dan ancaman krisis iklim.

Gas-gas rumah kaca ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , CFC, ...) adalah gas-gas di atmosfer yang terperangkap panas dari matahari, sehingga membuat planet Bumi menjadi hangat.

Pemanasan global adalah peningkatan suhu rata-rata permukaan Bumi yang terjadi ketika konsentrasi gas-gas rumah kaca di dalam atmosfer meningkat.

Perubahan iklim merujuk pada perubahan jangka panjang pada iklim Bumi yang menyebabkan peningkatan suhu atmosfer, lautan dan daratan.

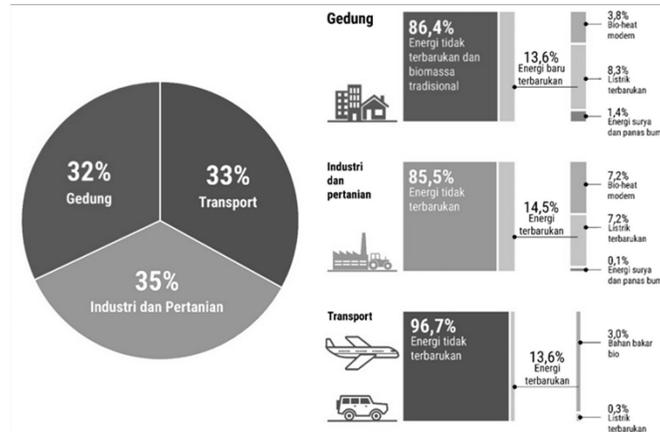
Krisis iklim adalah permasalahan serius yang disebabkan oleh perubahan iklim di Bumi.

- Cuaca ekstrim
- Bencana alam
- Kenaikan muka air laut
- Pengasaman air laut
- Hilangnya keanekaragaman hayati
- Kelangkaan pangan dan air

Dampak krisis iklim dapat bermuara pada gangguan kesehatan, kehilangan tempat tinggal, ketidakstabilan ekonomi, dan bahkan konflik dengan kekerasan.

4

## PROFIL PENGGUNAAN ENERGI GLOBAL



- Hasil penelitian tentang penggunaan energi di seluruh dunia menunjukkan bahwa energi terserap terutama untuk aktivitas industri dan pertanian, transportasi, dan elektrifikasi gedung, di mana **sebagian besar berasal dari energi tak terbarukan**.
- Transformasi menuju penggunaan energi terbarukan yang ramah lingkungan jelas diperlukan untuk mitigasi krisis energi dan perubahan perubahan iklim.

Sumber: REN21: Global Status Report

ugm.ac.id

LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

5



## PERAN EBT DALAM MITIGASI PERUBAHAN IKLIM

### Kondisi alam Indonesia

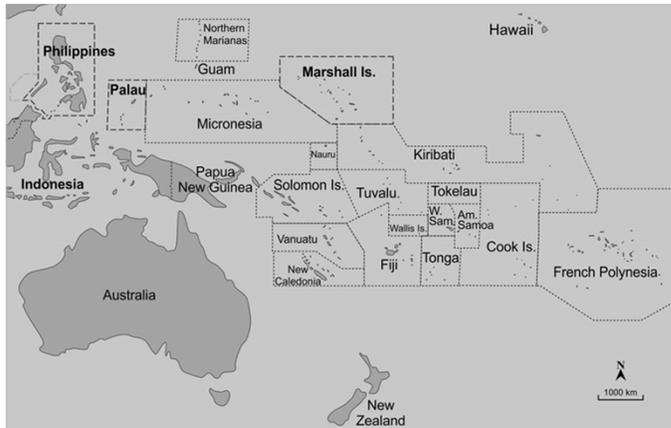
- Secara geografis kondisi Indonesia yang berupa negara kepulauan sangat rentan terhadap perubahan iklim.
  - Dua per tiga luas teritori adalah perairan.
  - Jumlah pulau 17.000, di mana sebagian besar adalah pulau-pulau kecil.
  - 60% penduduk Indonesia tinggal di wilayah pesisir.
- Indonesia rentan terhadap bencana alam, termasuk bencana geologi dan hidro-meteorologi, yang dampaknya diperparah oleh adanya perubahan iklim.
- Indonesia adalah salah satu paru-paru dunia, tetapi di sisi lain merupakan penghasil gas rumah kaca terbesar ke-5 di dunia.
- Oleh sebab itu Indonesia berkomitmen untuk menurunkan emisi gas rumah kaca, guna memitigasi perubahan iklim, di mana hal tersebut menjadi *Nationally Determined Contribution (NDC)* Indonesia bagi dunia.
- Dalam mewujudkan komitmen tersebut Indonesia perlu mengoptimalkan pemanfaatan berbagai energi terbarukan yang tersebar di seluruh wilayah.

ugm.ac.id

LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

6

### Bagaimana dengan negara-negara kepulauan di sekitar kita?



**Oseania** adalah wilayah geografis atau geopolitis yang terdiri dari sejumlah pulau yang terletak di Samodra Pasifik dan sekitarnya.

Karena kondisi geografinya negara-negara Oseania rentan terhadap perubahan iklim dan bencana hidro-meteorologi.

Sebagian besar energinya berasal dari bahan bakar fosil yang dipasok dari luar (impor).

Kontribusi energi surya (dan hidro) kurang dari 2%.

Kecuali Filipina, negara kepulauan lainnya tidak/belum mengembangkan potensi panas buminya.

Infrastruktur tenaga listrik sering rusak karena badai

## “Climate justice

*/'klaɪmət 'dʒʌstɪs/ noun*  
(UNDP, 2023)



**Keadilan iklim** berarti menempatkan kesetaraan dan hak azasi manusia sebagai prioritas utama dalam pengambilan keputusan dan tindakan terhadap perubahan iklim.

#### Aspek ketidaksetaraan

Ada negara-negara, industri-industri, dan bisnis-bisnis yang menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih besar dari lainnya. Oleh sebab itu mereka semestinya mengambil tanggung jawab yang besar untuk mencegah dan mengurangi dampak perubahan iklim guna melindungi masyarakat yang rentan, yang ironisnya seringkali merupakan pihak yang paling sedikit kontribusinya dalam menciptakan krisis iklim.

#### Aspek antar generasi

Anak-anak, remaja, dan orang-orang muda saat ini belum berkontribusi terhadap krisis iklim ini secara signifikan namun akan menanggung secara penuh dampak perubahan iklim sepanjang masa hidupnya.

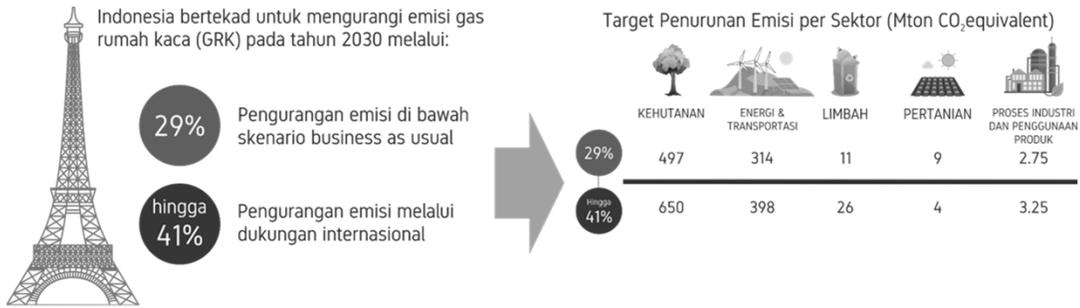
Karena hak azasi mereka untuk mendapatkan lingkungan yang sehat terancam oleh keputusan generasi sebelumnya, mereka harus berani mengambil peran penting dalam setiap pengambilan keputusan dan tindakan untuk mencegah perubahan iklim.

### PARIS AGREEMENT DAN NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTION

Paris Agreement adalah wujud komitmen global dalam mitigasi perubahan iklim, yaitu dengan menjaga kenaikan temperatur global di bawah 2°C dan mengupayakan menjadi 1.5°C.

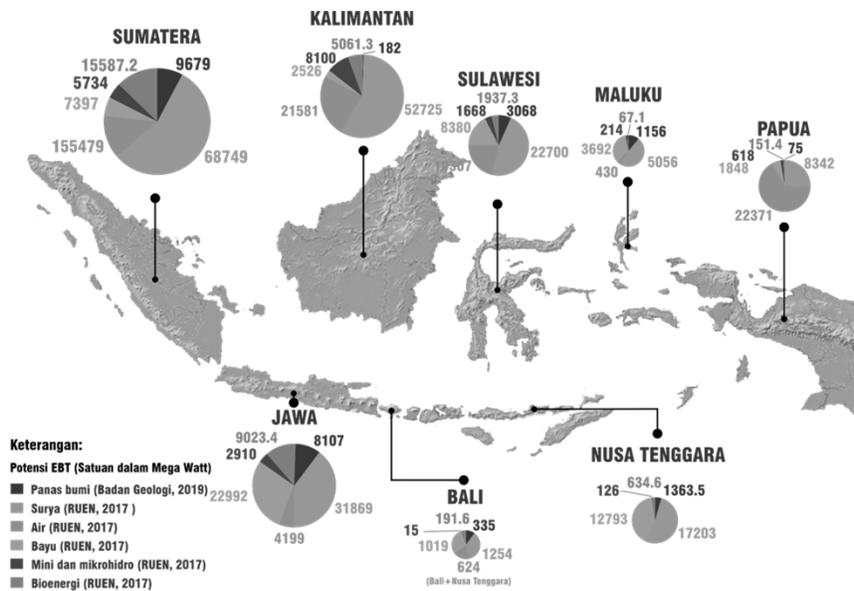
Kenaikan temperatur yang lebih tinggi akan mengakibatkan kerusakan ekosistem yang tidak dapat dipulihkan.

Komitmen Indonesia disampaikan oleh Presiden Joko Widodo pada UN Climate Change Conference di Paris, November 2015

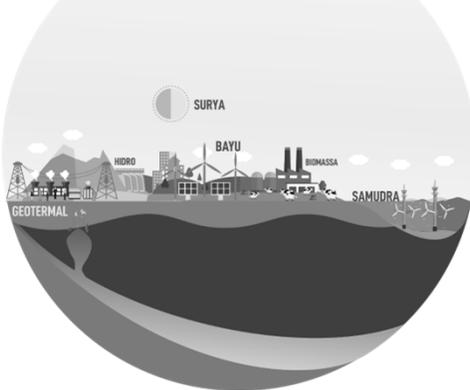


Sumber: Nationally Determined Contribution (NDC) Pertama Republik Indonesia (Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan)

### Penyebaran potensi energi terbarukan



## POTENSI VS PEMANFAATAN EBT INDONESIA



Potensi energi terbarukan Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal

EBT	POTENSI (GW)*	PEMANFAATAN (MW)
GEOTERMAL	23	2.373,1
HIDRO	95	6.738,3
SURYA	3.294	322,6
BAYU	155	154,3
BIOMASSA	57	3.118,3
SAMODRA	63	0
GASIFIKASI BATUBARA		30
<b>TOTAL</b>	<b>3.687</b>	<b>12,700</b>

Data: Kementerian ESDM (Semester I, 2023)  
\*1 GW = 1.000 MW

Sumber-sumber EBT bisa diproduksi di setiap daerah untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat lokal, dan bila terdapat surplus dapat disalurkan ke tempat lain dalam bentuk listrik, atau untuk produksi EBT lainnya yang dapat ditransport ke tempat lain.

Pengembangan energi lokal terbarukan menjadi pilar penting kedaulatan energi nasional yang pada gilirannya memperkuat kedaulatan dalam bidang ekonomi, dan mitigasi perubahan iklim.

ugm.ac.id

LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

11

## SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS VS COVID-19

### SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Tiga target spesifik Goal 7 (Affordable and Clean Energy):

1. Akses universal terhadap listrik dan bahan bakar dan teknologi bersih untuk memasak;
2. Meningkatkan pangsa energi terbarukan dalam bauran energi dunia; dan
3. Menggandakan laju peningkatan efisiensi energi dunia.

- Pandemi Covid-19 membuat Sustainable Development Goals terancam tidak tercapai pada tahun 2030.
- Tetapi, pandemi mengajarkan bahwa manusia harus mempercepat upaya mitigasi perubahan iklim agar di masa depan tidak berkembang vektor penyakit atau peristiwa cuaca yang dipicu iklim yang dapat memantik guncangan ekonomi global berikutnya.
- Energi bersih termasuk panas bumi mendapatkan momentum untuk menjadi energi unggulan.



ugm.ac.id

LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

12



### Pemulihan Hijau (green recovery) Ekonomi Pasca Covid-19

- Dalam upaya pemulihan ekonomi pasca Covid-19 terdapat 2 pilihan strategi, yaitu:
  1. Membuka kembali ekonomi berbasis energi fosil dengan risiko menanggung kerugian lingkungan, atau
  2. Memulai jalan menuju ekonomi masa depan yang lebih bersih dan berkelanjutan dengan energi terbarukan.
- Energi yang bersih memperbaiki kualitas lingkungan sehingga meningkatkan perlindungan terhadap kesehatan manusia, memperkuat mitigasi perubahan iklim, yang merupakan investasi masa depan peradaban manusia.
- Dengan demikian mendorong pemakaian energi terbarukan dalam program pemulihan ekonomi pasca pandemi adalah investasi masa depan untuk kesejahteraan, kesehatan, dan sekaligus memperkuat mitigasi perubahan iklim.
- Visi International Geothermal Association (IGA): bauran energi global pada paruh kedua milenium ini terdiri dari 100% energi terbarukan, di mana panas bumi memiliki porsi yang signifikan.

Website IGA: <https://www.lovegeothermal.org/>

ugm.ac.id

LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

13

**CO<sub>2</sub>** 11,24 juta ton/tahun  
KAPASITAS TERPASANG DI INDONESIA (2019)  
2.131 MW

**PENURUNAN EMISI CO<sub>2</sub>**

**PENGHEMATAN MINYAK BUMI**  
1 MW ≈ 47,3 BOPD  
Asamul barga minyak 90 dollar per barrel

**PENGHEMATAN DEvisa**  
Hemat Devisa Negara sebesar  
2.2 Miliar Dollar AS

(PT. PGE, 2019: Geothermal beyond energy)

**Informasi terbaru:**  
Penurunan emisi CO<sub>2</sub> = ~15 juta ton/tahun

#### ENERGI PANAS BUMI: RENDAH EMISI

##### Emisi CO<sub>2</sub>

kg/MWh	Batubara	Minyak bumi	Gas alam	Panas bumi (flash)	Panas bumi (biner)
	994	550	1212	27	0

##### Emisi SO<sub>2</sub>

kg/MWh	Batubara	Minyak bumi	Gas alam	Panas bumi (flash)	Panas bumi (biner)
	4.71	5.44	0.1	0.16	0

(Kagel & Gawell, 2005)

##### Emisi NO<sub>x</sub>

kg/MWh	Batubara	Minyak bumi	Gas alam	Panas bumi
	1.96	1.81	1.34	0

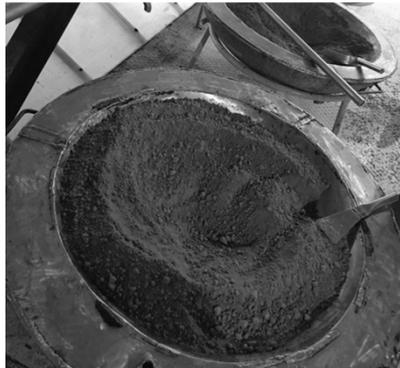
##### Emisi Partikel Padat

kg/MWh	Batubara	Gas alam	Panas bumi
	1.01	0.06	0

ugm.ac.id

LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

14



Pemanfaatan langsung energi panas bumi (non-listrik) juga turut melestarikan lingkungan, mengurangi emisi gas rumah kaca

Contoh:

Pabrik gula aren Masarang di Tomohon yang merupakan kemitraan antara pengembang panas bumi dengan masyarakat setempat. Produk telah diekspor ke mancanegara.

Penggunaan uap panas bumi untuk memasak air nira menggantikan kayu bakar, mengurangi penebangan pohon, menyelamatkan habitat hewan-hewan endemik mengurangi pembakaran kayu, mengurangi emisi GRK.

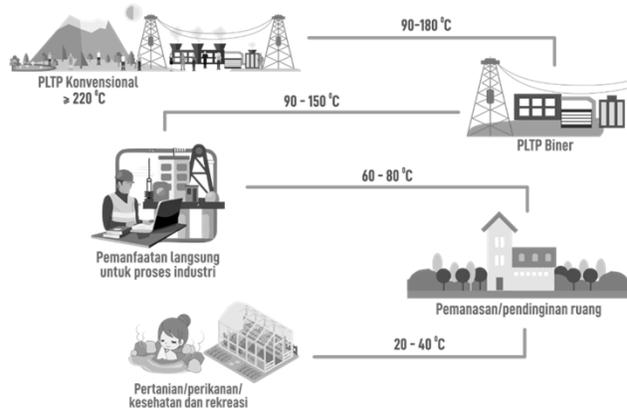
ugm.ac.id

LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

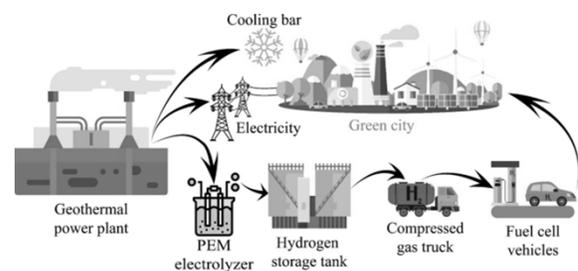
15

## PELUANG LAIN DALAM PENURUNAN EMISI

### PEMANFAATAN BERJENJANG



### PRODUKSI EBT LAINNYA: HIDROGEN

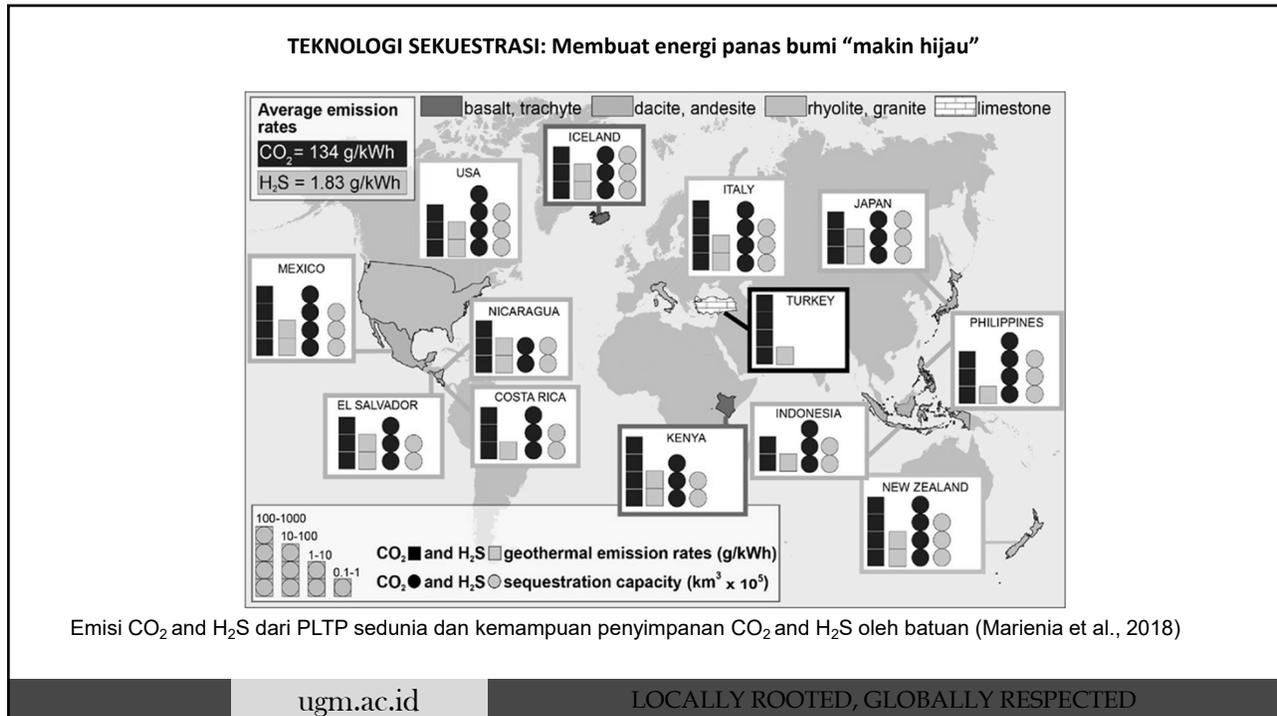


(Alirahmi et al, 2022)

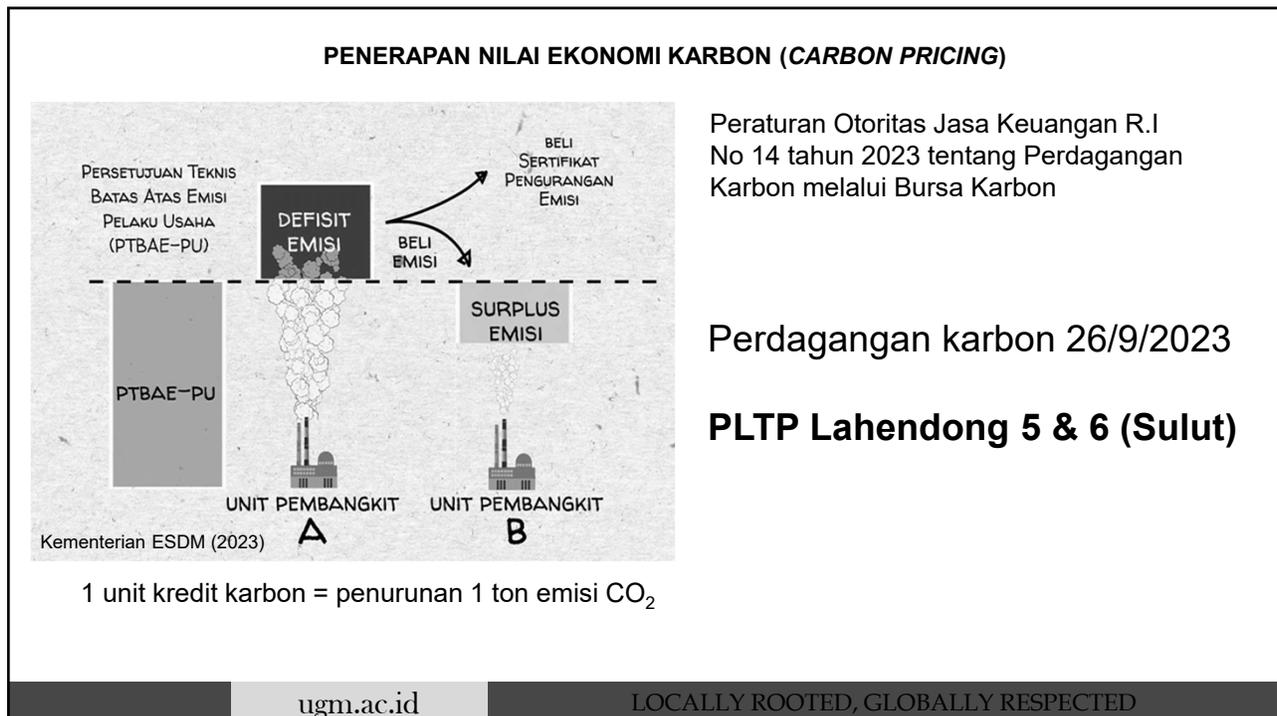
ugm.ac.id

LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

16



17



18

## CONTOH DARI SELANDIA BARU



Geothermal fields Classification  
 ■ Development  
 ■ Conventional/Limited development  
 ■ Research  
 ■ Other thermal area

Copyright © 2018 GNS Science  
 New Zealand Government



Aerial view of the Kawerau industrial zone

Contoh: lapangan panas bumi Kawerau

- PLTP mensuplai listrik kepada 25,000 rumah tangga
- Pemanfaatan langsung panas bumi untuk proses industri: pengeringan kayu, pabrik tissue, pabrik susu, pabrik bahan kimia, greenhouse (tomat, terung, cabai, bunga mawar, bunga carnation), penghangat kolam renang
- Sinergi antara pengembang panas bumi dengan masyarakat setempat
- Pengelolaan secara terintegrasi untuk keberlanjutan kemanfaatan sumberdaya
- Keteguhan niat untuk memperjuangkan masyarakat nirkarbon (zero-carbon society)

ugm.ac.id LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

19

## PENUTUP

**Sektor energi**

- ✓ Masih didominasi oleh energi fosil
- ✓ EBT melimpah, belum dimanfaatkan secara optimal
- ✓ Panas bumi menjadi andalan dalam transisi energi

**Energi panas bumi**

- ✓ Pasokan stabil
- ✓ Dapat dipakai untuk memproduksi energi bersih lainnya
- ✓ Menggerakkan perekonomian lokal
- ✓ Emisi kecil, berpeluang zero emission dengan teknologi

**Pengembangan energi panas bumi**

- ✓ Dapat dilaksanakan pada hampir seluruh dunia
- ✓ Bagian dari geostrategi Indonesia dan negara-negara penghasil panas bumi
- ✓ Kontribusi mitigasi perubahan iklim global

ugm.ac.id LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

20

# Terimakasih



*"Hari esok adalah milik mereka  
yang bersiap hari ini"*

*(Peribahasa Afrika)*