

Nama : Erdianti Wiga Putri Andini

NIM : 13522053

Kelas : K2

Resume Artikel Tentang “Earth Radiation Budget/Balance”

Konsep Dasar Anggaran Radiasi Bumi

Anggaran Radiasi Bumi (Earth Radiation Budget, ERB) adalah konsep yang menjelaskan keseimbangan antara energi yang diterima dari Matahari dan energi yang dipancarkan kembali ke luar angkasa oleh Bumi. Prinsip keseimbangan energi ini penting untuk mempertahankan suhu planet dan mengatur iklim global.

Komponen Utama ERB:

1. **Radiasi Masuk (Incoming Solar Radiation):** Terdiri dari radiasi gelombang pendek, termasuk ultraviolet, cahaya tampak, dan sedikit inframerah. Energi ini sebagian besar dipantulkan oleh awan dan atmosfer, sedangkan sisanya diserap oleh permukaan Bumi. Matahari memancarkan 1.361 W/m^2 radiasi gelombang pendek (UV, cahaya tampak, dan IR dekat) ke atmosfer Bumi. 30% langsung dipantulkan oleh awan (20%), aerosol (6%), dan permukaan terang (4%) seperti es dan salju.
2. **Energi yang Diserap:** Sebagian besar radiasi Matahari yang masuk diserap oleh Bumi dan berubah menjadi panas, yang kemudian dipancarkan kembali sebagai radiasi inframerah gelombang panjang. Sebanyak 51% diserap permukaan Bumi, diubah menjadi panas yang memanaskan daratan dan lautan. Atmosfer menyerap 19% melalui gas rumah kaca (uap air, CO_2) dan partikel debu.
3. **Radiasi Keluar (Outgoing Radiation):** Radiasi inframerah yang dipancarkan kembali oleh Bumi dan atmosfer ke luar angkasa. Gas rumah kaca dan awan memantulkan sebagian radiasi ini kembali ke permukaan, menciptakan efek rumah kaca. Permukaan Bumi memancarkan radiasi inframerah (λ 4-100 μm) yang 58% terperangkap oleh gas rumah kaca, sedangkan 42% lolos ke luar angkasa.

Ketidakseimbangan anggaran radiasi ini dapat mengubah suhu atmosfer, mempengaruhi pola cuaca, dan mempercepat perubahan iklim.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Anggaran Radiasi

ERB sangat dipengaruhi oleh berbagai elemen fisik dalam sistem iklim Bumi. Beberapa faktor fisik penting yang mempengaruhi ERB antara lain:

- **Awan:** Berperan ganda, baik memantulkan radiasi Matahari (mendinginkan Bumi) dan memerangkap radiasi inframerah (memanaskan Bumi). Efek netto dari awan tergantung pada jenis, ketebalan, dan ketinggian mereka. Variabilitas awan menyebabkan $\pm 20 \text{ W/m}^2$ fluktuasi energi global
- **Aerosol:** Partikel kecil ini dapat memantulkan atau menyerap radiasi Matahari serta mempengaruhi pembentukan awan. Aerosol sulfat memantulkan radiasi (-1.6 W/m^2), sedangkan karbon hitam menyerap panas ($+0.8 \text{ W/m}^2$). Letusan gunung api besar (e.g., Pinatubo 1991) kurangi 10% radiasi matahari selama 2 tahun.
- **Gas Rumah Kaca:** Gas seperti karbon dioksida dan metana memerangkap panas di atmosfer dan meningkatkan suhu global, terutama karena peningkatan konsentrasi gas akibat aktivitas manusia.
- **Albedo Permukaan:** Permukaan yang memiliki albedo tinggi, seperti es dan salju, memantulkan lebih banyak radiasi daripada permukaan dengan albedo rendah, seperti hutan atau lautan. Perubahan dalam albedo memiliki dampak signifikan terhadap ERB. Deforestasi tropis turunkan albedo dari 0.15 (hutan) ke 0.05 (lahan terbuka). Urbanisasi meningkatkan penyerapan panas: aspal (albedo 0.05) vs salju (albedo 0.9).
- **Distribusi Energi:** Radiasi Matahari lebih intens di khatulistiwa daripada di kutub, menciptakan gradien energi yang mendistribusikan panas secara global. Khatulistiwa menerima 2.500 W/m^2 vs kutub $< 200 \text{ W/m}^2$. Arus laut dan atmosfer redistribusi 5 PW (10^{15} Watt) energi ke lintang tinggi.

Pengukuran ERB dilakukan dengan instrumen satelit seperti CERES untuk mengamati interaksi antara awan, aerosol, dan gas rumah kaca.

Ketidakseimbangan Energi Bumi dan Dampaknya

Ketidakseimbangan Energi Bumi (Earth Energy Imbalance, EEI) terjadi ketika energi yang masuk lebih besar dari yang keluar, umumnya disebabkan oleh peningkatan emisi gas rumah kaca dari aktivitas manusia. Rata-rata EEI global adalah sekitar $0,9 \text{ W/m}^2$.

Dampak Ketidakseimbangan Energi:

- **Pemanasan Global:** Meningkatkan suhu global, mempercepat pencairan es kutub dan kenaikan permukaan laut.

- **Perubahan Pola Cuaca:** Memicu cuaca ekstrem, seperti badai intens, kekeringan panjang, atau curah hujan tinggi.
- **Inersia Termal Lautan:** Lautan menyerap sebagian besar energi berlebih, yang menyebabkan pemanasan global tidak langsung terasa karena inersia termalnya yang tinggi.

Pengamatan jangka panjang terhadap ERB sangat penting untuk memahami dampak perubahan iklim. Satelit seperti EarthCARE dari ESA dirancang untuk mempelajari peran awan dan aerosol dalam keseimbangan radiasi Bumi.

Melalui pengamatan berbasis satelit dan model iklim numerik, ilmuwan dapat menyediakan proyeksi akurat tentang perubahan iklim di masa depan dan mengembangkan solusi mitigasi untuk menjaga keseimbangan energi planet kita.

REFERENSI

Hartmann, D. L., & Short, D. A. (1980). On the Use of Earth Radiation Budget Statistics for Studies of Clouds and Climate. AMETSOC. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1980\)037](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1980)037)

Earth's radiation budget from 1979 to present derived from satellite observations | Copernicus. (n.d.). <https://www.copernicus.eu/en/access-data/copernicus-services-catalogue/earths-radiation-budget-1979-present-derived-satellite>

Earth's radiation budget, clouds and aerosols. (n.d.). https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/FutureEO/EarthCARE/Earth_s_radiation_budget_clouds_and_aerosols

Cermak, A. (2023, August 4). *The Earth's Radiation Budget - NASA Science*. NASA Science. https://science.nasa.gov/ems/13_radiationbudget/

Data, M. N. (n.d.). *Earth's energy Budget* | My NASA data. My NASA Data. <https://mynasadata.larc.nasa.gov/basic-page/earths-energy-budget>

Geovolcan. (2022, January 14). *Anggaran energi Bumi*. GEOVOLCAN. <https://www.geovolcan.com/anggaran-energi-bumi-2/>

Climate4Life. (2023, December 19). *Earth-atmosphere radiation budget*. CLIMATE4LIFE | INFO. <https://www.climate4life.info/2023/01/definisi-earth-atmosphere-radiation-budget-glosarium-meteorologi.html>