

Pemetaan Potensi Radiasi Matahari Di Sumatera Utara Berdasarkan Perhitungan Matematika

C A Siregar¹, Affandi¹, AM Siregar¹, Muhammad Daud¹, M D Nasution²

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

²Program Studi Matematika, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Email: chandra@umsu.ac.id

Abstrak

Radiasi matahari adalah pancaran energi yang berasal dari proses thermonuklir yang terjadi di matahari. Dengan demikian potensi radiasi di setiap wilayah itu memiliki nilai radiasi yang berbeda-beda. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi radiasi matahari di 33 kabupaten/ kota yang terdapat di Sumatera Utara. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu pendekatan secara matematika dengan melakukan perhitungan secara teori. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah koordinat lintang dan bujur serta ketinggian daerah dari permukaan laut setiap kota/kabupaten di Sumatera Utara dan diperoleh dari website setiap kabupaten di Sumatera Utara. Disini untuk memudahkan dalam perhitungan peneliti menggunakan software microsoft excel 2010. Pada penelitian ini, perhitungan teori dilakukan selama 12 bulan. Kemudian data hasil perhitungan di rata-ratakan setiap 1 bulan dari pukul 09:00 sampai 18:00. Dari hasil dari perhitungan secara teori diperoleh bahwa kota yang memiliki potensi radiasi total terbesar adalah simalungun dengan radiasi total sebesar 560,0373 W/m². sedangkan kota yang memiliki radiasi terkecil yaitu langkat, dengan nilai radiasi sebesar 275,1115 W/m².

Kata kunci: Pengaruh Radiasi, Ilmu Matematika, Radiasi TotAL

1. Pendahuluan

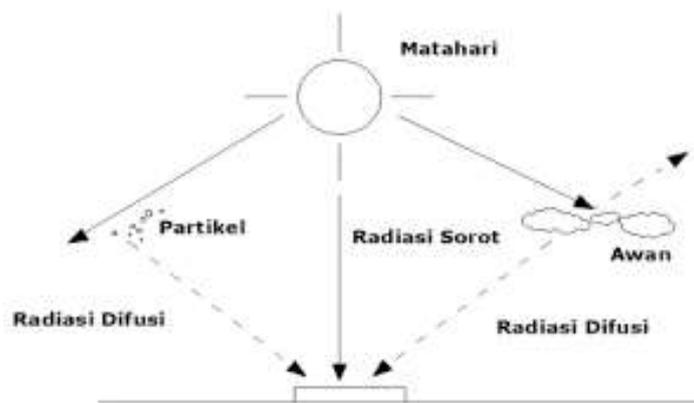
Matahari adalah salah satu fenomena alam yang memiliki manfaat bagi kelangsungan makhluk hidup di bumi. Intensitas radiasi matahari merupakan salah satu fenomena fisis dari matahari yang memiliki banyak kegunaan dan manfaat. Matahari juga merupakan sumber energi yang tidak akan habis dan belum banyak dimanfaatkan oleh manusia. Seperti yang kita ketahui matahari memiliki banyak manfaat, baik itu pada bumi dan pada manusia secara tidak langsung. Pemanfaatan radiasi matahari dapat dilakukan dengan cara pemanfaatan langsung (fotovoltaik) dan pemanfaatan thermal (Chandra A Siregar, 2018). Dalam penggunaan aplikasinya, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan seperti kemiringan sudut penyerapan energy matahari (C A Siregar & Siregar, 2019).

Matahari adalah salah satu fenomena alam yang memiliki manfaat bagi kelangsungan makhluk hidup di bumi. Matahari setiap menit memancarkan energi sebesar 56×10^{26} kalori. Dari energi ini bumi menerima $2,55 \times 10^{18}$ kalori atau hanya $\frac{1}{2} \times 10^9$ nya. Matahari mempunyai diameter $11,39 \times 10^8$ m. Jarak rata-rata matahari dari permukaan bumi adalah $1,495 \times 10^8$ m seperti pada Gambar 2.1. Waktu tempuh sinar matahari sampai ke permukaan bumi sekitar 8 menit 20 detik.

Radiasi adalah sebuah mekanisme perpindahan panas yang terjadi dari suatu permukaan benda ke permukaan lain tanpa adanya material (medium) yang membawa panas, perpindahan

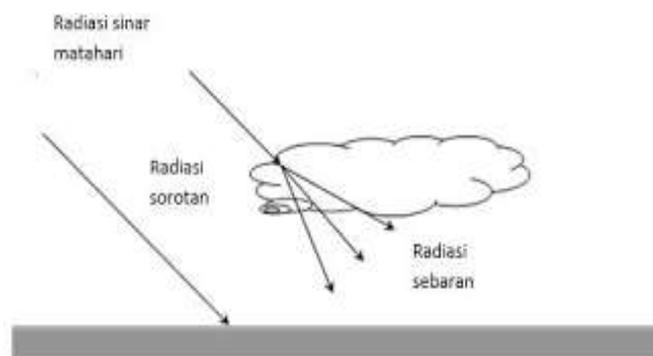
panas terjadi dengan gelombang elektromagnetik dan dapat menempati ruang hampa (vakum). Pengertian lain dari radiasi adalah suatu bentuk energi yang dipancarkan oleh setiap benda yang mempunyai suhu di atas nol mutlak dan merupakan satu-satunya bentuk energi yang dapat menjalar di dalam vakum angkasa luar. (Yuliatmaja, 2009).

Radiasi matahari yang tiba di bumi telah mengalami pelemahan yang disebabkan oleh refleksi dan penyebaran di atmosfer bumi. Radiasi yang mencapai permukaan bumi, radiasi yang tak mengalami perubahan arah disebut radiasi sorot (beam radiation) sedang radiasi yang telah mengalami perubahan arah karena refleksi dan penyebaran disebut radiasi difusi (diffuse radiation) seperti pada Gambar 2. Jumlah radiasi sorot dan radiasi difusi disebut radiasi global. Radiasi matahari diukur berdasarkan atas fluks yang tiba pada permukaan horizontal di bumi yang menghadap ke atas. Fluks radiasi diukur dengan menggunakan alat *Solar Power Meter*. (Endriatno et al., 2019).



Gambar 1. Radiasi pada permukaan bumi

Radiasi matahari yang tersedia di luar atmosfer bumi atau sering disebut konstanta radiasi matahari sebesar 1353 W/m^2 dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan panjang-gelombang pendek (ultraviolet) sedangkan karbon dioksida dan uap air menyerap sebagian radiasi dengan panjang-gelombang yang lebih panjang (inframerah). Selain pengurangan radiasi bumi yang langsung atau sorotan oleh penyerapan tersebut, masih ada radiasi yang dipancarkan oleh molekul-molekul gas, debu, dan uap air dalam atmosfer sebelum mencapai bumi yang disebut sebagai radiasi sebaran seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Radiasi sorotan dan radiasi sebaran yang mengenai permukaan bumi

Energi matahari saat ini memegang peranan penting karena terbatasnya penggunaan bahan bakar fosil (Corinthia & Ambarita, 2019). Sehingga kedepan diharapkan energy matahari mampu memenuhi kebutuhan energy didunia. Banyak kajian yang telah dilakukan untuk mengetahui potensi radiasi matahari. Salah satu diantaranya dilakukan dengan metode perhitungan langit cerah, pengolahan data satelit dan lapangan (Sibagariang et al., 2020).

2. Persamaan Matematik

Dalam penelitian, terdapat beberapa persamaan yang akan digunakan untuk menghitung potensi radiasi matahari diseluruh wilayah Propinsi Sumatera Utara, Indonesia. Radiasi global yang tiba pada permukaan yang tegak lurus terhadap arah sinar matahari (Gon) (Spencer & Brewer, 1971)

$$G_{on} = G_{sc} (1,000110 + 0,034221 \cos B + 0,001280 \sin B + 0,000719 \cos 2B + 0,000077 \sin 2B) \quad (1)$$

$$B = (n-1) \frac{360}{365} \quad (2)$$

n = jumlah hari sepanjang tahunnya (Misalnya 3 Januari, n = 3, dst)

G_{sc} = Nilai konstanta matahari (1367 W/m²)

Solar time atau jam matahari Adalah waktu berdasarkan pergerakan semu matahari di langit pada tempat tertentu. Jam matahari (disimbolkan ST) berbeda dengan penunjukkan jam biasa (standard time, disimbolkan STD). Hubungannya adalah:

$$ST = STD + 4(L_{ST} - L_{LOC}) + E \quad (3)$$

Sudut deklinasi adalah kemiringan sumbu matahari terhadap garis normalnya, Sudut deklinasi dapat dihitung dengan persamaan (Kutik et al., 1983)

$$\delta = 23,45 \sin \left(\frac{360}{365} (284 + n) \right) \quad (4)$$

n = jumlah hari sepanjang tahunnya (Misalnya 3 Januari n = 3, dst) n adalah urutan hari pada suatu tahun.

Tabel 1. Urutan hari berdasarkan bulan

Bulan	Nilai n pada hari yang ke-i
Januari	i
Februari	31 + i
Maret	59 + i
April	90 + i
Mei	120 + i
Juni	151 + i
Juli	181 + i
Agustus	212 + i
September	243 + i
Oktober	273 + i
November	304 + i
Desember	334 + i

Sudut Zenith adalah sudut antara garis vertikal keatas dan garis matahari atau sudut jatuh radiasi langsung pada permukaan horizontal

$$\cos\theta_z = \cos\phi.\cos\delta.\cos\omega + \sin\phi.\sin\delta \quad (5)$$

Fraksi radiasi langsung yang pada kondisi cerah menggunakan persamaan (Hottel, 1976)

$$\tau_b = a_0 + a_1 \exp\left(\frac{-k}{\cos\theta_z}\right) \quad (6)$$

3. Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan dalam penelitian ini adalah metode perhitungan berdasarkan persamaan-persamaan yang berkaitan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan software microsoft excel untuk memudahkan perhitungan. Sementara data letak geografis daerah atau kabupaten/kota diperoleh website masing-masing kabupaten/kota. Setelah dilakukan perhitungan, kemudian dilakukan pemetaan daerah-daerah yang memiliki potensi radiasi tertinggi dan terendah.

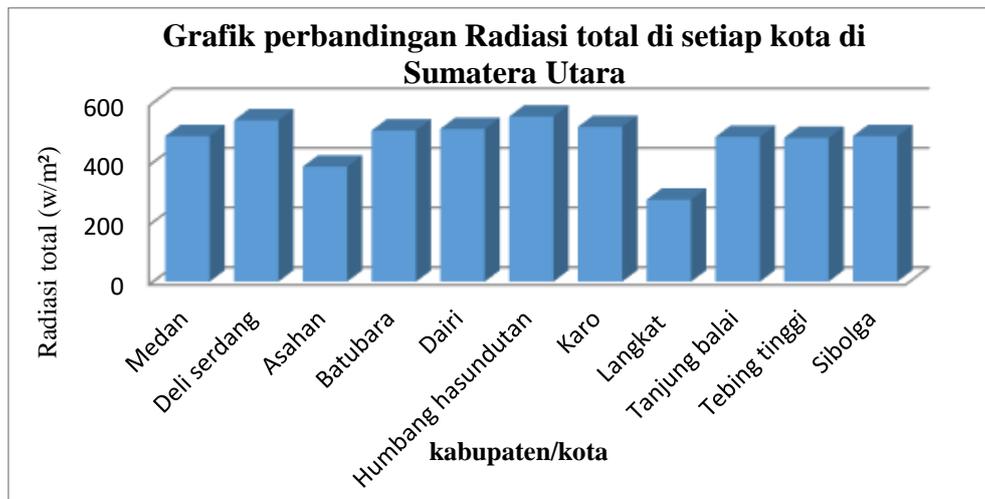
4. Hasil Dan Pembahasan

Perhitungan radiasi total dirata-ratakan dari bulan januari sampai bulan desember maka hasil rata-rata radiasi total selama 12 bulan di seluruh kabupaten/kota yang terdapat di provinsi Sumatera Utara dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel Rata-rata radiasi total 12 bulan

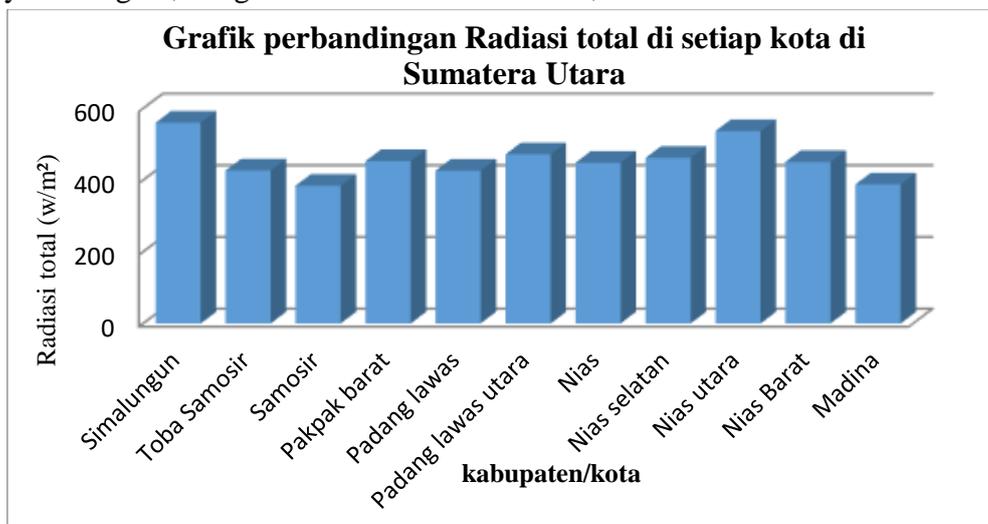
Kabupaten/Kota	Total radiasi selama 12 bulan	Kabupaten/Kota	Total radiasi selama 12 bulan
Medan	488,9618	Nias	448,6319
Deli serdang	542,1181	Nias selatan	462,0307
Asahan	385,9595	Nias utara	536,5409
Batubara	507,8298	Nias Barat	450,6891
Dairi	512,9149	Madina	387,9698
Humbang			
hasundutan	554,1743	Labuhan Batu	471,2178
Karo	519,7998	Labuhan batu utara	502,8022
		Labuhan batu	
Langkat	275,1115	selatan	557,3093
Tanjung balai	486,0694	P. Siantar	535,531
Tebing tinggi	482,7262	Pdg. Sidempuan	337,1021
Sibolga	488,8309	Gunung Sitoli	508,0806
Simalungun	560,0373	Binjai	488,0347
Toba Samosir	426,844	Sergai	541,8603
Samosir	384,1972	Tapanuli Tengah	413,2138
Pakpak barat	453,1048	Tapanuli Utara	423,1163
Padang lawas	426,4853	Tapanuli Selatan	433,3886

Padang lawas utara 471,8243



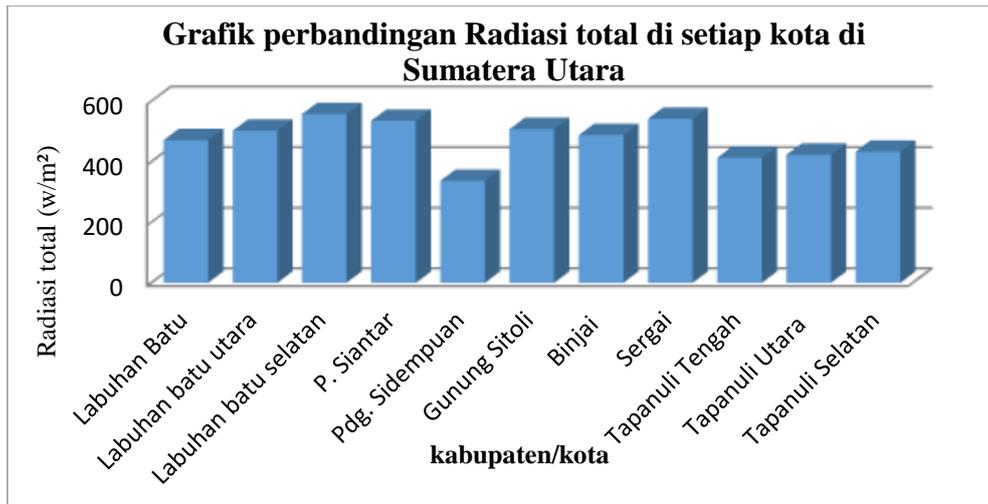
Gambar 3. Grafik Perbandingan radiasi total setiap kota

Dari gambar 3 grafik perbandingan radiasi total setiap kota di Sumatera Utara menunjukkan bahwa kota yang memiliki potensi radiasi total terbesar di Sumatera Utara yaitu Humbang Hasundutan dengan radiasi total sebesar 554,1743 W/m². Sedangkan kota yang memiliki radiasi terkecil yaitu Langkat, dengan nilai radiasi sebesar 275,1115 W/m².



Gambar 4; Grafik perbandingan radiasi total setiap kota di Sumatera Utara

Dari gambar 4 grafik perbandingan radiasi total setiap kota di Sumatera Utara menunjukkan bahwa kota yang memiliki potensi radiasi total terbesar di Sumatera Utara yaitu Simalungun dengan radiasi total sebesar 560,0373 W/m². Sedangkan kota yang memiliki radiasi terkecil yaitu Samosir, dengan nilai radiasi sebesar 384,1972 W/m².



Gambar 5. Grafik perbandingan radiasi total setiap kota di Sumatera Utara

Dari gambar 5 grafik perbandingan radiasi total setiap kota di Sumatera Utara menunjukkan bahwa kota yang memiliki potensi radiasi total terbesar di Sumatera Utara yaitu Labuhan Batu Selatan dengan radiasi total sebesar 557,3093 W/m². Sedangkan kota yang memiliki radiasi terkecil yaitu Padang Sidempuan, dengan nilai radiasi sebesar 337,1021 W/m².

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa :

- Dari hasil perhitungan secara teori yang telah dilakukan pada 33 kota yang terdapat di Sumatera Utara dan telah dirata-ratakan dari bulan Januari hingga Desember diperoleh bahwa Kota yang memiliki potensi radiasi total terbesar yaitu Kota Simalungun sebesar 560,0373 W/m². Sedangkan kota yang memiliki potensi radiasi terkecil yaitu Langkat, dengan nilai radiasi sebesar 275,1115 W/m².
- Dari setiap perhitungan yang dilakukan nilai radiasi beam lebih besar dibandingkan dengan nilai radiasi difusi disebabkan karena fraksi radiasi difusi yang lebih kecil dari fraksi radiasi beam.

Daftar Pustaka

- Corinthia, C., & Ambarita, H. (2019). Optimization of tilt angle of a solar collector in Medan city using genetic algorithm. *Journal of Physics: Conference Series*, 1235(1), 12098.
- Endriatno, N., Sudarsono, S., Sudia, B., Imran, A. I., Aminur, A., & Aksar, P. (2019). ANALISIS POTENSI ENERGI MATAHARI DIKOTA KENDARI. *DINAMIKA : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 11(1). <https://doi.org/10.33772/djitm.v11i1.9055>
- Hottel, H. C. (1976). A simple model for estimating the transmittance of direct solar radiation through clear atmospheres. *Solar Energy*, 18(2), 129–134.
- Kutik, E. J., Cooper, W. E., & Boyce, S. (1983). Declination of fundamental frequency in

- speakers' production of parenthetical and main clauses. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 73(5), 1731–1738.
- Sibagariang, Y. P., Sihombing, H. V, Setyawan, E. Y., Kishinami, K., & Ambarita, H. (2020). The potency of solar energy on Medan city of Indonesia: Comparison of clear sky, satellite and field measurements. *AIP Conference Proceedings*, 2221(1), 70002.
- Siregar, C A, & Siregar, A. M. (2019). Studi Eksperimental Pengaruh Kemiringan Sudut Terhadap Alat Destilasi Air Laut Memanfaatkan Energi Matahari. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 2(2), 165–170.
- Siregar, Chandra A. (2018). Pengaruh jarak kaca terhadap efisiensi alat destilasi air laut yang memanfaatkan energi matahari di kota Medan. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, 2(2), 51–55.
- Spencer, D. W., & Brewer, P. G. (1971). Vertical advection diffusion and redox potentials as controls on the distribution of manganese and other trace metals dissolved in waters of the Black Sea. *Journal of Geophysical Research*, 76(24), 5877–5892.
- Yuliatmaja, M. R. (2009). KAJIAN LAMA PENYINARAN MATAHARI DAN PERGERAKAN SEMU MATAHARI SAAT SOLSTICE DI SEMARANG (Studi Kasus Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang Pada Bulan Juni dan September Tahun 2005 Sampai Dengan 2007). *Skripsi, Unuversitas Negeri Semarang*, 71.