

PROFIL VERTIKAL DAN LUAS BIDANG DINAMIKA HARIAN GRADIEN SUHU UDARA DI ATAS PERMUKAAN LAHAN TERBUKA, LAHAN BERVEGETASI DAN PERMUKAAN ASPAL

Givraldi Kumentas, Donny Wenas, Alfrie Rampengan, Christophil Medellu

Program Studi Fisika FMIPA Universitas Negeri Manado

email: givraldikumentas@gmail.com

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model fungsi temporal, spasial suhu dan model dinamika gradien suhu udara di atas permukaan lahan terbuka, lahan bervegetasi, dan permukaan aspal. Lokasi penelitian berada di Universitas Negeri Manado di perbukitan Tonsaru Tondano Selatan Kabupaten Minahasa. Metodologi penelitian dilakukan pada tiga transek di sembilan posisi ketinggian selama 24 jam waktu pengukuran, posisi pengukuran mulai dari permukaan tanah 0cm, 10cm, 30cm, 60cm, 100cm, 150cm, 220cm, 300cm, sampai 400cm. Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara memasukkan data suhu udara, permukaan tanah yang diukur kedalam aplikasi Matlab. Dapat disimpulkan bahwa perubahan temporal dan variasi spasial vertikal suhu udara menunjukkan bentuk kurva yang berbeda namun relatif sama pada kondisi cuaca panas pada siang hari di nyatakan dengan menggunakan model matematik fungsi Fourier dan dinamika harian gradien suhu udara di berbagai permukaan lahan dipengaruhi oleh proses absorpsi panas dan proses emisi termal dari dalam tanah di berbagai lahan.

Kata Kunci: suhu udara, profil vertikal, fungsi spasial, luas bidang, dan gradien suhu

ABSTRACT. This study aims to determine the temporal function model, spatial temperature and dynamic models of air temperature gradients over the surface of open land, vegetated land, and asphalt surface. The research location is at the State University of Manado in the hills of Tonsaru South Tondano, Minahasa Regency. The research methodology was carried out on three transects at nine altitude positions for 24 hours of measurement time, measuring positions ranging from the ground level to 0cm, 10cm, 30cm, 60cm, 100cm, 150cm, 220cm, 300cm, to 400cm. Data processing carried out in this study is by entering data on air temperature, the measured ground surface into the Matlab application. It can be shown that temporal changes and vertical spatial variations in air temperature show different but relatively the same curve shapes in hot weather conditions during the day, expressed by using a mathematical model of the Fourier function and daily dynamics of air temperature gradients on various land surfaces is influenced by the process of heat absorption and thermal emission processes from the soil in various lands.

Keywords: air temperature, vertical profile, spatial function, field area and temperature gradient.

PENDAHULUAN

Matahari adalah sumber energi utama alamiah yang memiliki peranan penting bagi kehidupan makhluk hidup di dunia. Sinar matahari yang masuk kedalam bumi berupa gelombang yang merambat dari lapisan ozon sampai ke dalam tanah. Sinar matahari yang tembus kedalam bumi dapat diserap, dibiaskan, dan dipantulkan tergantung dari jenis objek yang disinarnya. Radiasi matahari yang berupa

radiasi elektromagnetik yang merambat kedalam bumi dalam bentuk partikel gelombang elektromagnetik, elemen kuantum yang berasal dari cahaya matahari disebut foton. Radiasi matahari yang menembus atmosfer dan mencapai ke permukaan bumi memiliki puncak radiasi pada spektrum tampak mata atau spektrum cahaya. Energi radiasi terbesar pada spektrum tampak mata ini disaat jatuh ke permukaan bumi sebagian dipantulkan

dan sebagian di serap (absorpsi). Bagian energi radiasi yang dipantulkan oleh permukaan bumi di sebut albedo. Tingkat pantulan energi atau albedo bervariasi menurut panjang gelombang radiasi dalam spektrum elektromagnetik.

Suhu udara adalah ukuran panas atau dinginnya udara. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu udara disebut thermometer. Daerah tropis merupakan suhu udara tertinggi dimuka bumi (sekitar ekuator) dan semakin kearah kutub suhu udara akan semakin dingin. Suhu udara memiliki beberapa variasi menurut tempat dan dari waktu ke waktu di permukaan bumi. Kawasan lahan terbuka yang tidak mempunyai area tutupan lahan akan membuat suhu disekitar lahan tersebut akan terasa lebih panas karena sinar matahari yang datang ke lahan terbuka dengan durasi yang lama akan menyebabkan sinar matahari akan langsung diterima oleh permukaan bumi dan diserap ke dalam tanah. Salah satu faktor yang mempengaruhi meningkatnya proses infiltrasi kedalam tanah karena adanya vegetasi atau tanaman penutup lahan yang berada di permukaan lahan. Seperti keadaan vegetasi yang berada diatas lahan Unima yang memiliki beragam jenis tanaman dan pepohonan yang rindang sehingga dapat menutup lahan yang ada di bawahnya. Proses penyerapan energi panas tidak hanya terjadi di permukaan udara saja melainkan dapat terjadi pada bidang apapun dipermukaan. Daerah unima yang sangat luas juga terdapat beberapa permukaan lahan yang beraspal, permukaan yang beraspal dapat membuat suhu disekitar aspal tersebut menjadi lebih panas karena adanya penyerapan radiasi termal yang masuk kedalam aspal. Benda hitam merupakan sebuah benda yang mampu menyerap semua radiasi yang datang kepadanya

Berdasarkan observasi yang dilakukan di wilayah kampus Unima, dengan berbagai kondisi bidang topografi permukaan bervariasi seperti permukaan lahan terbuka yang tidak memiliki area tutupan lahan sepanjang hari, permukaan lahan bervegetasi yang memiliki area tutupan lahan banyak pepohonan, dan permukaan aspal yang disinari cahaya matahari sepanjang hari. Daerah tersebut sangat memungkinkan untuk dilakukan penelitian pemodelan profil vertikal dan luas bidang dinamika gradien harian iklim mikro dengan model fungsi temporal dan spasial. Model temporal digunakan untuk mengetahui

perubahan suhu berdasarkan waktu, sedangkan model spasial digunakan untuk mengetahui perubahan suhu berdasarkan posisi/jarak. Karena di area tersebut belum pernah dilakukan penelitian sejenis, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tersebut.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di Universitas Negeri Manado, (1) Lahan terbuka tidak memiliki penutup lahan (pohon), (2) Lahan bervegetasi yang memiliki banyak pepohonan, (3) Permukaan aspal di lahan terbuka. Desain penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah menetapkan fenomena, melakukan studi literatur, observasi lokasi penelitian. Hasil pengukuran akan diolah menggunakan aplikasi Matlab menjadi grafik pemodelan matematik dari ketiga objek yang diteliti. Pemodelan fungsi dari data yang telah diteliti adalah menganalisis perubahan suhu udara, analisis dan pemodelan fungsi temporal, sinkronisasi data antar posisi pengukuran, pemodelan perubahan temporal dan spasial suhu udara. Pengukuran menggunakan fungsi Fourier:

$$T(t) = T_0 + \sum_{m=1}^{N/2} a_m \cos \omega_m t + b_m \sin \omega_m t \quad (1)$$

dengan $T(t)$ adalah fungsi variable suhu udara , T_0 adalah rata-rata data suhu udara selama 24 jam, m adalah cacah data, N adalah banyaknya data, $\omega_m = 2\pi t/N$, a_m dan b_m adalah koefisien fungsi fourier. Pemodelan ini didasarkan pada perubahan temporal suhu udara selama satu hari dimulai dari pukul 05.00 pagi sampai 05.00 pagi. Pemodelan fungsi spasial menggunakan persamaan:

$$T(x) = k_1 + k_2 \cdot e^{k_3 - k_4 \cdot x} \quad (2)$$

Luas bidang dinamika harian gradient ditentukan dengan persamaan:

$$E = \sum_{i=t_1}^{t_2} G_i \cdot \Delta t \quad (3)$$

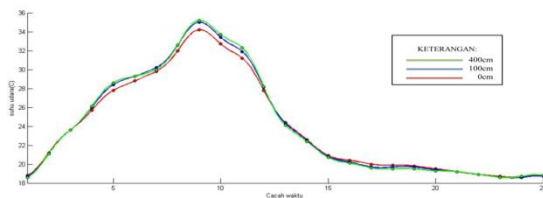
Dimana G_i adalah nilai gradient pada waktu $i = t + 1/2 \Delta t$. t adalah besaran waktu yang bertambah sebesar Δt mulai dari t_1 dan t_2 adalah titik potong kurva dinamika harian gradient suhu udara dengan garis kesetimbangan termal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan prosedur pada metodologi penelitian yang dilakukan pada tiga transek diantaranya pada lahan terbuka, lahan

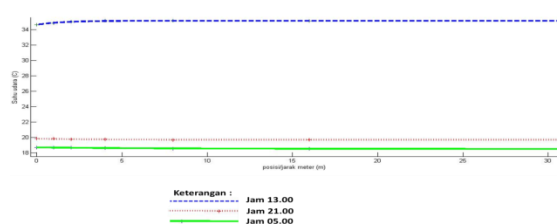
bervegetasi, dan permukaan aspal di sembilan posisi ketinggian selama 24 jam waktu pengukuran, posisi pengukuran mulai dari permukaan tanah 0cm, 10cm, 30cm, 60cm, 100cm, 150cm, 220cm, 300cm, sampai 400cm di permukaan tanah.

1. Hasil Analisis dan Pemodelan Matematik Suhu Udara Di Atas Permukaan Lahan Terbuka.



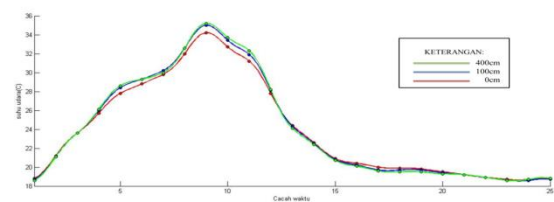
Gambar 1. Perubahan temporal suhu udara di atas permukaan lahan terbuka.

Sinar matahari yang mulai menyinari lahan terbuka pada jam 05.00 wita di ketinggian berbeda tidak menyebabkan perbedaan suhu, pada saat jam 08.00 (cacah waktu ke 4) sinar matahari yang mencapai permukaan lahan terbuka mulai mempengaruhi perubahan suhu udara di ketinggian 400cm dan 100cm diatas permukaan lahan sampai pada suhu puncaknya pada jam 13.00 Wita (cacah waktu ke 9) dimana matahari sudah mencapai sudut puncak tertingginya, sedangkan permukaan tanah suhu cenderung lebih rendah. Tepat pada jam 16.00 Wita atau pada cacah waktu ke 12 suhu udara akan terus menurun bersamaan seiring dengan sinar matahari yang mulai menurun dan energi matahari tidak lagi memancarkan panas ke permukaan lahan. Pada jam 19.00 sampai jam 22.00 Wita suhu udara permukaan lahan di 0cm menjadi lebih panas dikarenakan energi panas dari sinar matahari pada siang hari diserap oleh tanah dan dilepaskan kembali (diemisikan) ke permukaan. Sedangkan, suhu udara di ketinggian 100cm dan 400cm lebih rendah karena pada udara yang renggang suhu lebih cepat melepaskan panas sehingga suhu udara menurun.



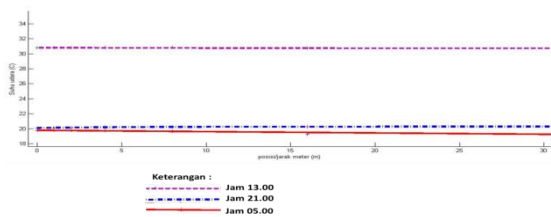
Gambar 2. Perubahan spasial suhu udara di atas permukaan lahan terbuka.

Untuk variasi perubahan spasial atau perubahan suhu berdasarkan ketinggian dari permukaan lahan pada jam 05.00, 13.00, dan 21.00. Kurva tertinggi menunjukkan suhu tertinggi pada jam 13.00 wita pada saat sudut elevasi matahari berada di puncaknya, sehingga posisi matahari berpengaruh terhadap suhu permukaan lahan. Sedangkan, suhu terendah terdapat pada jam 05.00 wita dimana energi panas dari sinar matahari belum sepenuhnya mencapai ke permukaan lahan. Pada jam 21.00 wita suhu permukaan lahan menurun namun masih terasa hangat karena tanah di permukaan lahan masih menyimpan panas dan diemisikan (dilepaskan) kembali ke permukaan lahan pada malam hari sehingga suhu di malam hari terasa lebih hangat dibanding suhu pada pagi hari ketika sudah tidak ada lagi emisi panas yang terjadi dari dalam tanah ke permukaan lahan.



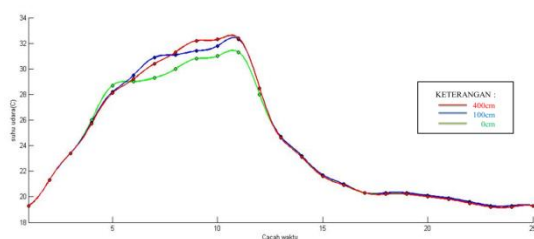
Gambar 3. Perubahan temporal suhu udara di atas permukaan lahan bervegetasi.

Suhu udara pada saat sinar matahari mulai bersinar pada pagi hari di ketinggian 400cm di atas permukaan memiliki suhu yang paling rendah. Pada jam 09.00 wita (cacah waktu ke 5) suhu udara permukaan mengalami kenaikan suhu dan mencapai puncaknya sampai jam 13.00 wita (cacah waktu ke 9). Suhu udara pada ketinggian 400cm di jam 15.00 (cacah waktu ke 11) memiliki suhu udara tertinggi karena pada jam tersebut posisi matahari berada tepat pada puncaknya dan berpengaruh pada kandungan air didalam vegetasi yang mengakibatkan energi panas yang diemisikan ke udara meningkat. Kemudian di tiga posisi tersebut memiliki pola kurva yang sama pada sore menjelang malam hari seiring dengan tidak adanya energi panas dari sinar matahari pada malam hari. Tapi, ada sedikit kenaikan suhu pada ketinggian 100cm pada malam hari karena masih adanya energi panas yang terperangkap diantara banyaknya vegetasi disekitar lahan yang mengemisikan energi panas dan dari dalam tanah yang mengeluarkan energi panas ke permukaan.



Gambar 4. Perubahan spasial suhu udara di atas permukaan lahan bervegetasi.

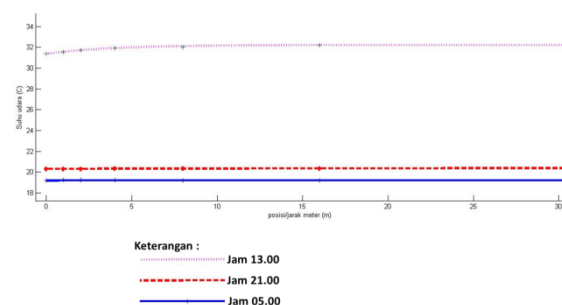
Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan perubahan spasial atau perubahan suhu berdasarkan ketinggian yang memiliki area tutupan lahan seperti vegetasi, kurva teratas merupakan suhu maksimum permukaan pada jam 13.00 wita atau jam 1 siang dimana pada saat itu matahari tepat berada pada puncaknya. Pada kurva kedua menunjukkan hasil suhu udara di permukaan lahan bervegetasi di jam 21.00 dimana sinar matahari tidak lagi memberikan radiasi panas ke permukaan lahan, sehingga suhu udara pada saat itu menjadi menurun namun masih menyimpan energi panas. Sedangkan kurva yang menunjukkan suhu terendah adalah pada jam 05.00 pagi ketika matahari baru terbit sehingga suhu permukaan masih rendah dan suhu terus menurun pada ketinggian lebih dari 4 meter dari permukaan karena di permukaan tidak ada lagi material yang bisa mengemisikan energi panas dari sinar matahari.



Gambar 5. Perubahan temporal suhu udara di atas permukaan aspal

Perubahan suhu di permukaan aspal di 3 titik ketinggian menunjukkan hasil suhu yang sama, pada jam 08.00 wita (cacah waktu ke 4) di ketinggian 0cm di atas permukaan aspal suhu udara mulai naik karena panas dari radiasi sinar matahari mulai diterima oleh permukaan aspal dan langsung diserap karena aspal merupakan benda hitam yang dapat menyimpan panas dan tidak dapat memantulkan cahaya sehingga energi panas

dari sinar matahari dapat diserap dengan sempurna oleh aspal yang mengakibatkan suhu udara di permukaan aspal lebih cepat panas dibandingkan suhu di atas permukaan. Selanjutnya, suhu pada ketinggian 100cm di atas permukaan aspal mulai naik dan mencapai puncak suhu tertingginya pada jam 15.00 wita atau pada cacah waktu ke 11 dan akan menurun setelah matahari mulai terbenam pada malam hari. Kemudian, pada ketinggian 400cm suhu di atas permukaan aspal di pagi hari terus naik dan mencapai puncak suhu tertingginya pada jam 15.00 wita, setelah itu suhu udara akan terus mengalami penurunan. Berbeda dengan suhu permukaan di ketinggian 0cm yang mengalami sedikit kenaikan suhu pada malam hari karena aspal masih mengemisikan (mengeluarkan) panas dari hasil penyerapan radiasi dari sinar matahari mengenai permukaan aspal.



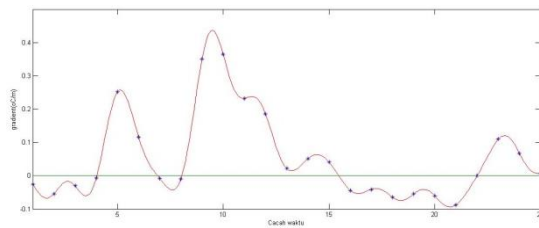
Gambar 6. Perubahan spasial suhu udara di atas permukaan aspal.

Gambar 6 menunjukkan bahwa pada pukul 05.00 ketika matahari mulai terbit belum ada perubahan suhu yang terjadi sampai pada ketinggian di atas 4 meter dari permukaan aspal. Selanjutnya pada pukul 13.00 atau jam 1 siang, kurva menunjukkan suhu teratas mulai dari 31°C sampai pada ketinggian 4 meter ke atas suhu sedikit naik dan konstan seiring dengan sinar matahari yang terus menyinari permukaan aspal. Kemudian, pukul 21.00 wita atau jam 9 malam suhu udara lebih hangat dibandingkan pada jam 06.00 pagi karena energi radiasi panas matahari masih tersimpan di sekitar permukaan aspal dan pada sore sampai malam energi panas yang disimpan dilepaskan kembali ke permukaan udara.

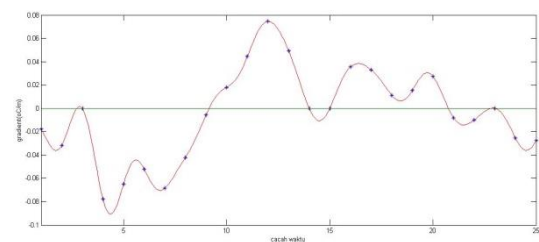
2. Hasil Analisis Data dan Model Dinamika Harian Gradien Suhu Udara

Setiap grafik menunjukkan luas bidang dinamika gradien suhu udara pada siang hari berada di atas garis kesetimbangan termal

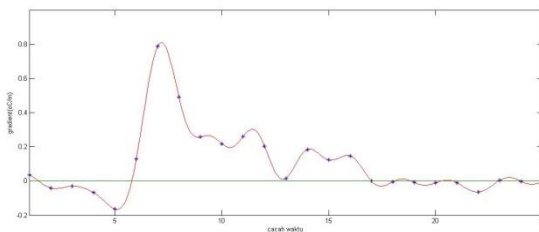
sedangkan luas bidang dinamika gradien suhu udara pada malam hari berada dibawah garis kesetimbangan termal. Pada siang hari kurva yang berada di atas garis kesetimbangan termal menunjukkan energi di atas permukaan lebih banyak memberikan energi kedalam tanah, dan pada malam hari terlihat kurva yang berada dibawah garis kesetimbangan termal mulai melepaskan energi ke atas permukaan udara karena pada saat tersebut sinar matahari sudah tidak lagi memberikan energi panas ke permukaan udara.



Gambar 7. Perubahan harian gradien suhu udara di atas permukaan lahan terbuka



Gambar 8. Perubahan harian gradien suhu udara di atas permukaan lahan bervegetasi



Gambar 9. Perubahan harian gradien suhu udara di atas permukaan aspal

Fungsi dan grafik fungsi dinamika harian gradien suhu udara di bangun dari pasangan data gradien tepi dan waktu, menggunakan prosedur dari pemodelan yang sama dengan pemodelan pada fungsi temporal suhu udara. Koefisien Fourier dan sumbangan keragaman pemodelan dinamika harian gradien suhu udara.

KESIMPULAN

Perubahan temporal harian yang terjadi di berbagai permukaan lahan menunjukkan model

bentuk kurva yang berbeda-beda yang dipengaruhi oleh kondisi sekitar lahan sehingga pada permukaan lahan terbuka suhu udara tertinggi pada jam 13.00 Wita dengan suhu 35.20C di ketinggian 400cm di atas permukaan tanah. Sedangkan suhu tertinggi pada lahan bervegetasi dan permukaan aspal berada pada jam 15.00 Wita dengan suhu 31.20C dan 32,40C, hal tersebut terjadi ketika vegetasi dan permukaan aspal mulai melepaskan panas ke udara (emisi termal). Variasi spasial vertikal suhu udara menunjukkan model kurva yang berbeda sesuai dengan kondisi permukaan lahan dan dapat dinyatakan dengan menggunakan model matematik fungsi Fourier.

Perubahan model dinamika harian gradient suhu udara di atas permukaan lahan terbuka, lahan bervegetasi, dan permukaan aspal memiliki model dan menunjukkan kurva yang berbeda-beda disetiap permukaan lahan. Penelitian ini menunjukkan bahwa dinamika harian gradien suhu udara di berbagai permukaan lahan dipengaruhi oleh proses penyerapan (absorpsi) panas oleh permukaan tanah dan proses melepaskan panas (emisi termal) dari dalam tanah di berbagai lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budianto, P. T. H., Wirosodarmo, R. dan Suharto, B. 2013. Perbedaan Laju Infiltrasi Pada Lahan Hutan Tanaman Industri Pinus, Jati dan Mahoni. Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan. FTP UB. Malang : 21
- Gupta, S. (2003). *JAP 2003 Indian Institute of Science Bangalore. Blackbody Reaction.*
- Medellu , C. S. (2019). *The Plane Area of Daily Dynamics of Microclimate Gradient Concepts, Methods and Application Results.*
- Medellu , C. S. (2013). The area and index of diurnal dynamic of microclimate diurnal dynamic of microclimate gradient as a mangrove–environment interaction parameter.
- Medellu, C. (2012). *The Influence of Opening On the Gradient and Air Temperature Edge Effects in Mangrove Forest.*
- Michelle, W. (2015). Thermal Mapping Pada Permukaan Koridor Jalan Bussiness District yang Memancang Utara Selatan di Kota Yogyakarta. *e-journal.uajy.ac.id.*
- Oktamulian, S. (2015). *Theoretical modeling of solar radiation power based on principles*

*of blackbody radiation using integration
3/8 simpson's rule.*

- Ramli, R., Asniawaty, Martosenjoyo, T., Amin, S., & Hiromi, R. (2016). Karakteristik Data Temperatur Udara dan Kenyamanan Termal di Makassar.
- Wati, W. (2015). Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika. *Analisis Fisika Terbentuknya Bayangan Pada Mata.*
- Wenas, D.R. (2018). *Buku Ajar Gelombang.* Unima, Tondano.