

Profil Vertikal dan Luas Bidang Dinamika Harian Gradien Suhu Udara di Atas Permukaan Air Danau Tondano di Lokasi Budidaya dan di Luar Lokasi Budidaya Ikan

Andre Dona*, Christophil Medellu, Patricia Mardiana Silangen

Fisika, Universitas Negeri Manado, Minahasa, 95619, Indonesia

*E-mail: andredona.ad@gmail.com

Diterima 28 April 2022; Disetujui 30 April 2022

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fungsi temporal dan spasial suhu udara dan fungsi dinamika gradien suhu udara di atas permukaan danau. Metode penelitian ini dilakukan pada dua transek di lokasi budidaya ikan dan di luar lokasi budidaya ikan. Dengan melakukan pengambilan data pada Sembilan posisi ketinggian selama 24 jam. Waktu pengukuran dimulai jam 05:00 pagi s/d 05:00 pagi, dengan interval waktu 2 jam. Posisi pengukuran menurut jarak vertikal dari permukaan danau adalah: 0cm, 10cm, 30cm, 60cm, 100cm, 150cm, 220cm, 300cm, 400cm. Pengolahan data dilakukan dengan Menyusun format data dalam bentuk matriks, selanjutnya di analisis menggunakan program atau perangkat lunak yang luaran yang mencakup fungsi temporal dan spasial, fungsi dan luas bidang dinamika gradien. Hasil penelitian ini menunjukkan pemodelan matematik yang menghasilkan fungsi kontinu perubahan temporal dan spasial variabel-variabel iklim mikro memungkinkan pengembangan parameter baru yaitu dinamika gradien suhu udara. Penelitian ini dilakukan pada dua transek berbeda dengan kondisi ekosistem danau dan lingkungannya menunjukkan bahwa luas bidang dibentuk oleh kurva dinamika harian gradien suhu udara berbeda untuk kedua transek.

Kata kunci : model fungsi temporal, spasial suhu, model dinamika gradien

ABSTRACT

This study aims to determine the temporal and spatial functions of air temperature and the dynamic function of air temperature gradient over the lake surface. This research method was carried out on two transects at the fish farming location and outside the fish farming location. By taking data at nine altitude positions for 24 hours. Measurement time starts from 05:00 am to 05:00 am, with time intervals of 2 hours. Measurement positions according to the vertical distance from the surface of the lake are: 0cm, 10cm, 30cm, 60cm, 100cm, 150cm, 220cm, 300cm, 400cm. Data processing is carried out by compiling the data format in the form of a matrix, then analyzed using an external program or software that includes temporal and spatial functions, functions and the area of the gradient dynamics. The results of this study indicate that mathematical modeling which produces a continuous function of temporal and spatial changes in microclimate variables allows the development of new parameters, namely the dynamics of air temperature gradients. This research was carried out on two different transects with different conditions of the lake ecosystem and its environment. It shows that the area of the plane is formed by the daily dynamic curve of different air temperature gradients for the two transects.

Keywords : temporal function model, spatial of temperature, gradient dynamics model

1. PENDAHULUAN

Matahari merupakan sumber utama energi panas bagi permukaan bumi. Energi radiasi atau pancaran matahari ke permukaan bumi, diserap kemudian meningkatkan suhu udara, air, tanah dan unsur permukaan bumi lainnya. Permukaan atmosfer menerima energi sebesar 1,9 kalori/menit setiap cm^2 yang terdiri atas sinar ultraviolet, dan sinar inframerah, dan sinar cahaya (Purwatara

2015). Energi radiasi matahari puncaknya pada spectrum tampak mata, diterima permukaan bumi menyebabkan kenaikan suhu dipermukaan bumi. Akibat penyinaran, bagian-bagian permukaan bumi dapat memiliki suhu berbeda, antara lain bergantung pada tingkat absorpsi, posisi permukaan terhadap arah radiasi/sinar matahari, koefisien energi termal dll. Perbedaan energi panas bagian permukaan bumi menyebabkan aliran

energi panas antar bagian, misalnya antara lapisan udara bagian atas dengan lapisan udara dekat permukaan bumi.

Suhu udara dipermukaan bumi bersifat relatif tergantung pada faktor-faktor yang mempengaruhi seperti lamanya penyinaran matahari yang dapat berdampak langsung perubahan suhu di berbagai udara. Suhu udara bervariasi menurut tempat dan dari waktu ke waktu di permukaan bumi. Suhu udara bervariasi secara vertikal dan horizontal (Rahim, 2016). Suhu udara dengan keadaan panas udara akan menyebabkan terjadinya panas matahari faktor-faktor yaitu: 1. Sudut datangnya sinar matahari adalah sudut yang terbentuk adanya cahaya matahari yang datang ke permukaan bumi. Apabila sudut datangnya sinar matahari semakin dekat, maka intensitas penyinaran semakin kuat, dengan begitu suhu udara semakin tinggi. 2. Durasi penyinaran matahari adalah aspek penting untuk yang mempengaruhi suhu udara semakin lama waktu penyinaran maka semakin tinggi suhu udaranya seperti terjadinya di lokasi danau. 3. Ada tidaknya awan kondisi ini juga bisa mempengaruhi suhu udara ada atau tidaknya awan. Secara sederhana, ketika ada awan melintas maka, sinar matahari juga akan terhalang oleh adanya awan tersebut. 4. pergerakan angin dan arus danau bisa mempengaruhi suhu udara adalah pergerakan angin dan air danau. Apabila arus danau dan angin datang dari daerah atau wilayah yang sedang mengalami musim dingin, maka daerah atau wilayah yang dilewatinya akan terpengaruh penurunan suhu udara. Panas permukaan bumi oleh penyinaran matahari mempengaruhi suhu udara dipermukaan bumi bervariasi karena sinar matahari menyebar tidak merata di permukaan bumi.

Ekosistem danau merupakan ekosistem yang cakupan wilayahnya berupa danau dan sekitarnya. Ekosistem sendiri merupakan interaksi timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya (Kutarga, 2008). Ekosistem danau ini merupakan ekosistem yang mempunyai penetrasi cahaya yang kurang. Sinar matahari mampu menembus permukaan danau hingga beberapa meter saja, variasi suhu mempunyai arti bahwa suhu antara siang dan malam tidak terlalu mencolok perbedaannya. Intensitas radiasi matahari sangat berpengaruh terhadap kondisi ekosistem danau, udara dan air

(Resosoedarmo, 1992). Faktor cahaya yang masuk kedalam air ini juga akan mempengaruhi sifat-sifat optis air. Sebagian cahaya itu akan diabsorpsi dan sebagian lainnya akan dipantulkan oleh permukaan air. Perbedaan kondisi air antara lokasi budidaya dan di luar lokasi budidaya ikan memiliki berpotensi berbeda baik perubahan temporalnya maupun variasi spasialnya. Fungsi temporal digunakan untuk mendeskripsikan perubahan suhu berdasarkan waktu sedangkan fungsi spasial menjelaskan perubahan suhu menurut jarak vertikal dari permukaan air. Pemodelan matematik perubahan temporal, dan variasi spasial dapat menghasilkan data gradien iklim suhu udara di permukaan danau. Dinamika harian gradien iklim mikro dapat dimodelkan untuk menghasilkan fungsi matematis. Informasi-informasi menarik yang dapat diperoleh dari grafik fungsi dinamika gradien iklim mikro ini adalah: lamanya difusi termal dari lingkungan ke dalam ekosistem dan dari ekosistem ke lingkungan, waktu terjadinya peralihan difusi (ditandai dengan nilai gradien = 0), dan luas bidang perpotongan kurva dinamika gradien dengan garis kesetimbangan termal.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti terdorong untuk melakukan penelitian untuk mendeskripsikan perubahan temporal, variasi spasial, dan pola perubahan grafik dinamika harian suhu udara serta luas bidang dinamika gradien suhu udara, antara lokasi budidaya dengan lokasi di luar lokasi budidaya ikan di danau Tondano.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini yaitu di danau Tondano Desa Peleloan, Kecamatan Tondano Selatan, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Metode yang digunakan adalah metode penelitian deskriptif yang menggambarkan profil vertikal gradien suhu udara di danau berdasarkan pada Sembilan posisi pengukuran arah vertikal di atas permukaan air danau yakni: 0cm, 10cm, 30cm, 60cm, 100cm, 150cm, 220cm, 300cm, 400cm. Desain penelitian studi literatur, observasi lokasi, dilakukan kegiatan lapangan, pengambilan data. Hasil pengukuran di olah dan di analisis menggunakan perangkat lunak yang dibuat oleh Medellu (2012), menggunakan bahasa pemrograman Matlab. Luaran perangkat lunak

adalah: (1) grafik dan fungsi temporal (termasuk besaran maksimum dan minimum suhu udara harian) untuk berbagai posisi yang dipilih, (2) grafik dan fungsi spasial untuk berbagai waktu yang dipilih untuk ditampilkan, (3) grafik dan fungsi dinamika gradien suhu udara di permukaan air, luas bidang dinamika, waktu dan durasi kesetimbangan termal antara udara dengan air. Pemodelan fungsi temporal yang telah dirumuskan dalam perangkat lunak, 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

$$a_m = \frac{2}{N} \sum_{t=0}^{N-1} f(t) \cos \omega_m t \quad (2)$$

dan

$$b_m = \frac{2}{N} \sum_{t=0}^{N-1} f(t) \sin \omega_m t \quad (3)$$

dimana $T(t)$ adalah fungsi suhu terhadap waktu, T_0 adalah rata-rata data suhu udara selama 1 hari, m adalah cacah data dan N adalah banyaknya data yang diperoleh, $\omega_m = 2\pi m/N$, a_m dan b_m adalah koefisien fungsi Fourier. Pemodelan ini berdasarkan perubahan temporal suhu udara selama satu hari satu malam dari jam 05:00 Pagi sampai 05:00 pagi keesokan harinya. Untuk setiap posisi yang kita pilih, perangkat lunak menghasilkan sepuluh variasi koefisien fungsi yang digunakan mengacu pada data bias minimum (data fungsi pemodelan terhadap data pengukuran) (Medellu, 2012, Medellu, 2014, Medellu, 2019).

Pemodelan fungsi spasial menggunakan model eksponensial seperti yang disajikan pada persamaan (1). Fungsi hipotetis mengandung empat konstanta yang tidak diketahui. Ini konstanta dapat ditentukan setidaknya menggunakan tiga pasang data (x , $T(x)$) dimana x adalah jarak vertikal dari permukaan air dan $T(x)$ adalah suhu udara pada posisi x – hasil pengukuran. Pasangan data yang digunakan untuk proses iterasi, menggunakan data posisi permukaan air $x = 0$ (Medellu, 2019). Bentuk umum fungsi spasial adalah:

$$T(x) = k_1 + k_2 \cdot e^{k_3 - k_4 \cdot x} \quad (4)$$

dimana x adalah jarak dari permukaan air. Konstanta: k_1 , k_2 , k_3 dan k_4 diperoleh menggunakan teknik iterasi komputer, dengan pasangan data: $(0, T_0)$, (x_1, T_1) , dan (x_2, T_2) . Tahapan iterasi untuk menghasilkan data

konstanta fungsi spasial adalah (Medellu, 2018):

$$(T_0 - T_1) / (T_0 - T_2) = [(\exp(k_4 \cdot x_2) \cdot \exp(k_4 \cdot x_1 - 1)) / (\exp(k_4 \cdot x_1) \cdot \exp(k_4 \cdot x_2 - 1))] \quad (2)$$

$$k_3 = (T_0 - T_1) / (1 - \exp(k_4 \cdot x_1)) \quad (3)$$

$$k_2 = (T_0 - T_1) / (\exp(k_3) - \exp(k_3 - k_4 \cdot x_1)) \quad (4)$$

$$k_1 = y_0 - k_2 \cdot \exp(k_3) \quad (5)$$

Berdasarkan data fungsi spasial, dihasilkan data gradien suhu udara di permukaan air. Pemodelan fungsi spasial menghasilkan sederetan data gradien dengan menetapkan nilai fungsi untuk titik $x = 0$. Perangkat lunak menghasilkan banyak sekali data gradien suhu udara, bergantung pada interval sampling (Δt) yang kita pilih atau ditetapkan. Deretan data ini kembali dimodelkan menggunakan fungsi Fourier seperti pada fungsi temporal.

Dari fungsi dinamika gradien suhu udara perangkat lunak akan menghitung luas bidang dinamika gradien menggunakan integral numerik:

$$L = \sum_{i=t_1}^{t_2} G_i \cdot \Delta t \quad (6)$$

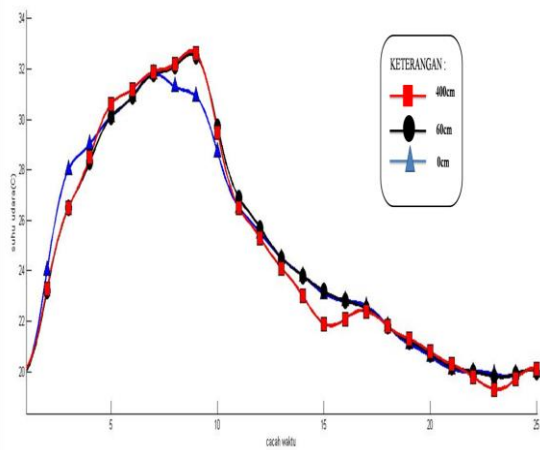
Dimana G_i adalah nilai gradient pada waktu $i = t + 1/2 \Delta t$. t_1 dan t_2 masing-masing adalah batas bawah kurva gradien (pengukuran di mulai), dan batas atas kurva gradien (pengukuran di akhiri)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan prosedur pada metode penelitian yang dilakukan pada transek yang sudah ditentukan suhu udara di atas permukaan danau tondano di lokasi budidaya dan di luar budidaya ikan

Hasil Analisis dan Pemodelan Matematik Perubahan Temporal dan Spasial Suhu Udara Di Lokasi Budidaya Ikan Danau Tondano

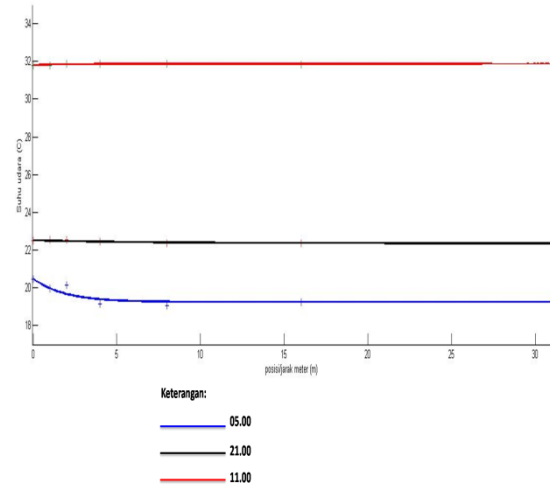
Pemodelan temporal data suhu udara, hasil pengukuran di sembilan posisi sepanjang transek 1 lokasi 1. Pemodelan ini menggunakan model fungsi Fourier. Pemodelan temporal iklim mikro dilakukan untuk masing-masing posisi pengukuran.



Gambar 1. Perubahan Temporal Di Lokasi Budidaya Ikan di Atas Permukaan Air Danau Tondano

Perubahan suhu udara di atas permukaan air danau disebabkan oleh adanya cahaya yang datang di permukaan danau secara keseluruhannya disebabkan oleh sinar matahari radiasi matahari yang menentukan intensitas cahaya pada suatu permukaan air danau dan juga dapat mempengaruhi suhu perairan. Sinar matahari yang jatuh di permukaan air danau sebagian akan di pantulkan dan sebagian lagi dapat menembus di dalam air. Pengukuran di jam 08.00 penyinaran matahari memancarkan energi panas ke permukaan sepenuhnya diserap oleh danau karena keadaan di atas permukaan danau tondano tertutup oleh lapisan embun/kabut. Jam 01.00 wita posisi 60cm suhu meningkat ke 31.3°C dan 400cm meningkat ke 32.4°C pada titik puncaknya karena energi yang di absorpsi oleh danau telah di konveksikan kepermukaan sehingga suhu udara yang di atas permukaan lebih besar dari suhu air menjadi lebih panas membuat keadaan danau lebih banyak menerima energi. Posisi 0cm diatas permukaan air danau suhu menurun ke 30.3°C terjadi karena pengaruh cuaca dan angin. Jam 21:00 wita 0cm, 60cm, 400cm pencahayaan sudah hilang dan energi tetap ada karena danau menerima (absorpsi) energi di jam 06:00 sampai 21:00 wita sehingga danau lambat melepaskan (emisi) energi kepermukaan dan masih menyimpan panas di lokasi budidaya ikan. Jam 05:00 wita dimana air masih terasa hangat karena energi yang diserap oleh danau belum semuanya dilepaskan kepermukaan.

Pemodelan spasial suhu udara pada transek 1, lokasi 1. Fungsi spasial ini dikonstruksi dari data suhu udara hasil pengukuran pada 9 posisi untuk waktu yang sama (setelah sinkronisasi). Pemodelan fungsi spasial di mulai dari posisi pengukuran $x = 0$ Pemodelan fungsi spasial menggunakan model fungsi eksponensial

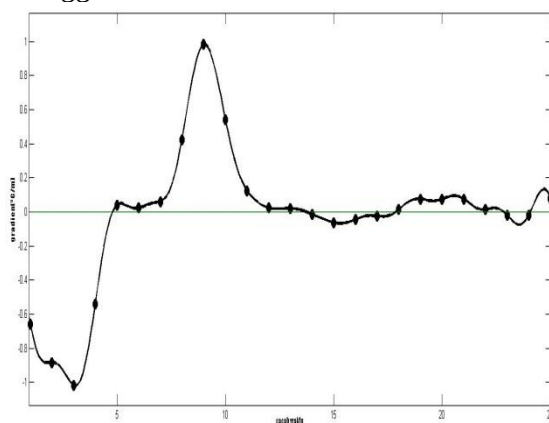


Gambar 2. Perubahan Spasial Suhu Udara Di Lokasi Budidaya Ikan Danau Tondano

Gambar 2 menunjukkan pengukuran di danau terjadi perubahan spasial bahwa pada jam 05:00, 11:00, dan 21:00 memperlihatkan bahwa pada jam 05:00 wita (kurva warna biru) yaitu ketika matahari terbit, merupakan pola suhu spasial terendah karena penyinaran matahari ke permukaan bumi belum sepenuhnya mengenai objek-objek di danau perubahan di setiap posisi pengukuran arah vertikal ke atas sampai 4 m. Pada jam 13:00 wita (kurva warna merah) matahari berada di titik puncaknya dengan mencapai suhu 32°C terjadi keadaan dimana lokasi budidaya ikan adanya keramba atau tempat penampungan ikan dan ditutupi eceng gondok membuat suhu di lokasi penelitian tersebut meningkat dengan cepat. Danau mengemisikan energi utama yang dimilikinya ke permukaan sehingga lebih lamanya menyinarakan membuat energi menjadi lebih konstan. Jam 21:00 wita (kurva warna hitam) matahari sudah tidak menyinarinya sehingga energi tetap masih ada karena danau masih menyimpan panas dan udara di permukaan stabil membuat spasialnya tetap konstan. Karena harus di ketahui bersama bahwa bukan di jam 12:00 – 01:00 wita puncak

energi utamanya terjadi tetapi karena adanya fenomena alam yang membuat danau ini menerima semua pancaran cahaya yang membuat danau menyimpan energi yang banyak. Pada jam 21:00 wita pada malam hari suhu udara di danau menurun dan masih tetap menyimpan energi panas dari matahari.

Gambar 3 memperlihatkan grafik fungsi dinamika harian gradien suhu udara ($G(t)$) transek 1 lokasi 1. Berdasarkan pemodelan fungsi gradien dan penentuan gradien tepi diperoleh pasangan data waktu (t) Gradien tepi ($G(t)$). Pemodelan data dinamika harian gradien suhu udara (sebagai fungsi waktu) menggunakan deret fourier.



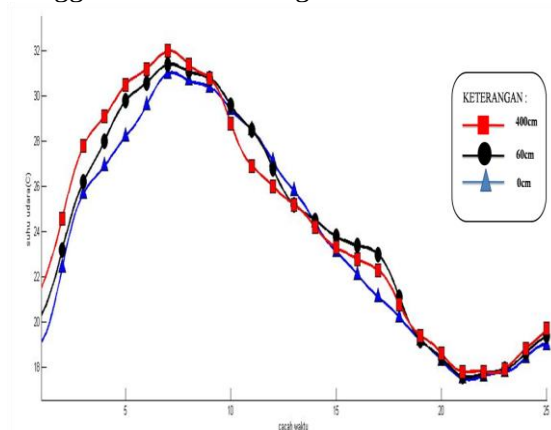
Gambar 3. Perubahan Gradien Suhu Udara Di Danau Tondano Di Lokasi Budidaya Ikan

Luas bidang dinamika harian gradien suhu udara di atas permukaan air danau tondano meliputi luas bidang dinamika harian suhu udara pada siang hari, malam hari. Dinamika gradien suhu udara adalah luas bidang yang dibatasi oleh bagian kurva yang terletak di bawah garis kesetimbangan termal pada Gambar 3 menunjukkan luas bidang dinamika harian suhu udara di atas permukaan air danau tondano bahwa pada jam 07:00 wita kurva menunjukkan energi panas yang berada di permukaan danau tondano sangat besar sehingga diatas permukaan energi yang diterima sangatlah kecil dengan ini danau masih mengemisi energi ke permukaan danau. Karena lamanya penyinaran pada siang hari energi yang diberikan kepermukaan danau tondano sangat maksimal atau pada titik puncaknya sehingga pada malam hari hingga subuh danau masih menyimpan energi sangat besar. Jam 09:00 wita energi panas meningkat di atas permukaan danau hal itu terjadi karena jam 09:00 wita siang energi yang dipancarkan

oleh matahari ke danau diterima dan sebagiannya juga dipantulkan di atas permukaan danau sehingga pada jam 13:00 wita energi berada pada titik puncaknya. Berjalannya waktu di jam 21:00 wita matahari terbenam sehingga tidak ada lagi energi matahari yang diterima oleh danau tetapi ada sedikit energi yang disimpan oleh beberapa faktor yaitu aspal, dan benda-benda yang menyimpan panas hal itu terjadi karena radiasi panas bisa terjadi di lingkungan tersebut dapat membuat suhu udara tetap konstan sampai pada jam 04:00 wita pagi (subuh).

Hasil Analisis dan Pemodelan Matematik Perubahan Temporal dan Spasial Suhu Udara Di Luar Lokasi Budidaya Ikan Danau Tondano

Pemodelan temporal data suhu udara, hasil pengukuran di sembilan posisi sepanjang transek 2 lokasi 1. Pemodelan ini menggunakan model fungsi Fourier.

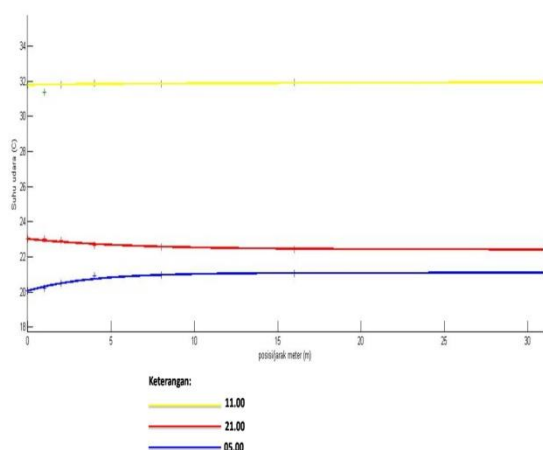


Gambar 4. Perubahan Temporal Suhu Udara Di Luar Lokasi Budidaya Ikan Danau Tondano

Energi matahari yang jatuh di permukaan air danau sebagian akan di pantulkan dan sebagian dapat menembus di dalam air. Pengukuran setiap posisi arah vertikal permukaan, 10cm, 30 cm, 60cm, 100cm, 120cm, 150cm, 220cm, 300cm, 400cm. Data transek 1 pada Gambar 4. tepat pada posisi 0cm, 60cm dan 400cm di jam 08:00 wita pada permukaan sinar matahari diterima oleh danau dan diserap membuat ketiga kurva tersebut meningkat suhu mencapai ke 27°C. Jam 11:00 wita suhu meningkat pada 31°C terjadi karena radiasi matahari memancarkan kepermukaan danau sehingga radiasi dapat dipantulkan dan danau dapat mengemisikan keluar ke permukaan membuat suhu diposisi tersebut

meningkat. Jam 21:00 wita suhu udara menurun dan tidak ada lagi energi yang datang kepermukaan danau masih menyimpan energi panas sehingga air terasa hangat karena tidak ada lagi pelepasan energi kepermukaan pada jam 18:00 wita sampai 21:00 wita. Danau menyerap (absorbs) radiasi energi panas matahari sehingga jam 05:00 air sudah tidak terlalu hangat itu terjadi karena danau banyak mengemisikan (melepaskan) kepermukaan.

Pemodelan spasial suhu udara pada transek 2, lokasi 1 pengukuran pada jam 05:00, 11:00, 21:00. Fungsi spasial ini dikonstruksi dari data suhu udara hasil pengukuran pada 9 posisi untuk waktu yang sama (setelah sinkronisasi). Pemodelan fungsi spasial di mulai dari posisi pengukuran $x = 0$ Pemodelan fungsi spasial menggunakan model fungsi eksponensial

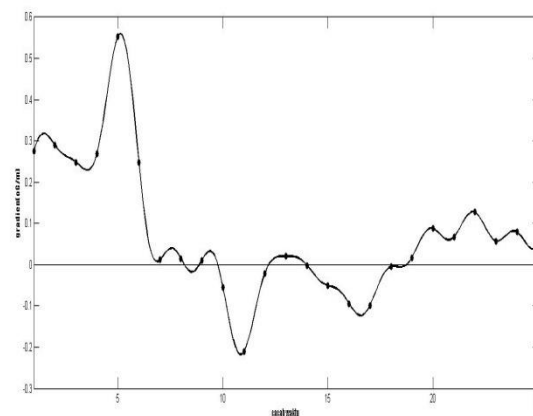


Gambar 5. Perubahan Spasial Suhu Udara Di Luar Lokasi Budidaya Ikan Danau Tondano

Gambar 5 menunjukkan pada pengukuran di danau terjadi perubahan spasial bahwa pada jam 05:00, 11:00, dan 21:00. Saat matahari muncul kepermukaan bumi dan belum sepenuhnya memancarkan cahaya ke danau memperlihatkan bahwa pada jam 05:00 wita (kurva warna biru) suhunya meningkat karena pada malam hari danau dapat menyimpan energi panas dari matahari sehingga suhu udara dipermukaan menjadi mulai panas dengan suhu 20°C. Jam 11:00 wita (kurva warna kuning) dimana pada saat itu matahari tepat berada di titik puncaknya dan memperlihatkan kurva tetap pada posisi konstan. Jam 21:00 wita (kurva warna merah) dimana sinar matahari tidak memberikan energi panas kepermukaan danau sehingga suhu udara menurun danau masih menyimpan energi panas. Posisi 400cm pengukuran pada

jam 05:00 wita pagi (kurva warna biru) menunjukkan bahwa suhu udara meningkat karena di atas permukaan danau terjadi konveksi.

Berdasarkan pemodelan fungsi gradien dan penentuan gradien tepi diperoleh pasangan data waktu (t) Gradien tepi ($G(t)$) transek 2 lokasi 1. Pemodelan data dinamika harian gradien suhu udara (sebagai fungsi waktu) menggunakan deret fourier.



Gambar 6. Perubahan Gradien Suhu Udara Di Danau Tondano Di Luar Lokasi Budidaya Ikan

Gambar 6, menunjukkan energi panas pada jam 05:00 pagi terlihat bahwa kurva di atas garis kesetimbangan termal diketahui bahwa di bawah permukaan dan dipermukaan danau lebih besar energi yang disimpan dari di atas permukaan danau tondano sehingga danau mengemisikan kepermukaan danau kurva di atas meningkat sampai pada suhu di jam 09:00. Pada jam 11:00 wita terlihat bahwa kurva pada grafik 6. meningkat di atas permukaan itu terjadi karena danau sudah cukup banyak menerima energi radiasi matahari sehingga di bawah permukaan arus danau menjadi rendah pada kecepatan 0,50 m/s. Air segar atau mata air yang masuk di lokasi luar budidaya ikan sangat kecil sehingga energi radiasi matahari di danau di atas permukaan suhu udara meningkat. Tetapi di jam 15:00 wita energi di atas permukaan cukup banyak yang diberikan ke di atas permukaan danau sehingga danau bisa mengabsorpsi (menyerap) energi tersebut di jam 16:00 – 21:00 wita terjadi karena air tawar dilokasi tersebut sangat besar yang diberikan ke danau sehingga suhu udara menjadi terendah hal inilah yang mempengaruhi suhu udara di atas permukaan danau meningkat tapi di jam 16:00 – 19:00 wita hilang dibawah oleh angin dan kemungkinan ditutupi oleh awan di jam

tersebut. Jam 22:00 suhu di danau sudah dilepaskan (konveksi) ke permukaan danau terjadi karena pada siang hari danau menyimpan energi panas dari matahari dan ada beberapa faktor yang terjadi adalah penyinaran pada siang hari di transek 2 yaitu diluar lokasi budidaya ikan sehingga terjadi penyinaran pada titik puncaknya mencapai suhu 32 °C. Kurva di atas pada jam 23:00 wita menunjukkan bahwa energi yang diserap oleh danau secara perlahan di emisikan ke atas permukaan danau sampai pada jam 04:00 wita pagi.

4. KESIMPULAN

Pengukuran dan analisis suhu udara pada lokasi budidaya ikan dan di luar budidaya ikan, mengalami beberapa perubahan terjadi karena dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari kondisi permukaan, dan bentuk permukaan danau. Menunjukan bentuk kurva yang berbeda tetapi relatif sama pada kondisi cuaca panas pada siang hari dan dapat juga dinyatakan dengan model matematik fungsi fourier. Perubahan pemodelan temporal adalah waktu dan spasial berdasarkan posisi/jarak dengan ini data yang dimiliki disetiap transek satu dan dua untuk temporal pada model kurva relatif sama hanya berbeda sedikit pada waktu pengukuran sedangkan spasial relatif juga sama dan berbeda sedikit pada posisi/jarak pengukuran pada lokasi penelitian di danau.

Model perubahan harian gradien suhu udara di atas permukaan air danau tondano di lokasi budidaya dan di luar budidaya dengan memiliki model kurva yang berbeda-beda disetiap transek. Penelitian ini menunjukan bahwa di berbagai transek dapat dipengaruhi oleh proses penyerapan (absorpsi) panas di bawah permukaan danau sehingga energinya

dilepaskan (emisi termal) ke permukaan danau.

5. REFERENSI

- Budianto. (2016). Computational Fluid Dynamic Analysis Of Co-Firing , 3 (7), 1-15.
- Medellu, (2012). The Influence of Opening On the Gradient and Air Temperature Edge Effects in Mangrove Forest.
- Medellu ,(2013). The area and index of diurnal dynamic of microclimate gradient as a mangrove–environment interaction parameter.
- Medellu, (2014). Variations Of Uv Radiation Intensity In Manado And Surrounding , Iii (25), 45-50.
- Medellu, (2018). Parameter: The Area Of Microclimate Gradient Diurnal Dynamic For Characterization And Monitoring Of Forest Ecosystem And Environment , 3 (3), 935-943.
- Medellu, (2019). The Plane Area of Daily Dynamics of Microclimate Gradient Concepts, Methods and Application Results.
- Oktamuliani, S. (2015). Theoretical Modeling Of Solar Radiation Power Based On Principles Of Blackbody Radiation Using Numerical Integration 3/8 Simpson's Rule
- Purwantara. (2015). Studi Temperatur Udara Terkini Di Wilayah Di Jawa Tengah Dan Diy , 13, 1-12.
- Ramli, R., Asniawaty, Martosenjoyo, T., Amin, S., & Hiromi, R. (2016). Karakteristik Data Temperatur Udara dan Kenyamanan Termal di Makassar.
- Resosoedarmo, S. (1992). Pengantar Ekologi. Remaja Rosydakarya. Bandung