

Analisis Fluktuasi Suhu Udara Berdasarkan Temperatur Suhu Kering dan Basah (Studi Kasus : Daerah Karangkates, Kabupaten Malang pada Juli 2024)

Mareta Helmalia Putri

Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

e-mail: 210604110003@student.uin-malang.ac.id**Kata Kunci:**

Fluktuasi, Desa Krangkates, Suhu Udara, Bendungan, PLTA

Keywords:

Fluctuations, Krangkates Village, Air Temperature, Dams, Hydroelectric Power Plants

A B S T R A K

Desa Karangkates adalah salah satu desa yang terletak di Kabupaten Malang yang masuk di Kecamatan Sumberpucung dengan koordinat $8^{\circ} 9' 17''$ LS, $112^{\circ} 27' 6''$ BT. Di desa ini, terdapat pula dua bendungan, yaitu Bendungan Sutami dan Bendungan Lahor. Adanya dua bendungan besar yang juga merupakan sumber energi PLTA. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Sutami di waduk Karangkates, Kabupaten Malang merupakan yang terbesar di Jawa Timur. Dengan adanya sarana publik yang penting dikawasan ini, maka perlunya pengamatan meteorologi, salah satunya adalah pengamatan suhu udara. Apabila suhu

udara tinggi pada jam atau hari tertentu maka dapat mempercepat laju penguapan air dari waduk atau bendungan. Ketika air mengalami penguapan, volume air yang tersedia untuk menggerakkan turbin bisa berkurang. Hal ini dapat dianalisa dengan nilai data yang mengalami fluktuasi, sehingga berdampak pada air bendungan dan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang ada dikawasan tersebut. Adapun penyebab dari fluktuasi suhu diantaranya adalah karena sinar matahari, radiasi bumi, kelembaban udara dan banyaknya awan. Fluktuasi suhu udara di sekitar bendungan dapat memiliki dampak signifikan terhadap operasi PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air), terutama dalam hal ketersediaan air, efisiensi pembangkitan listrik, dan pemeliharaan infrastruktur.

A B S T R A C T

Karangkates Village is one of the villages located in Malang Regency which is included in Sumberpucung District with coordinates $8^{\circ} 9' 17''$ South Latitude, $112^{\circ} 27' 6''$ East Longitude. In this village, there are also two dams, namely Sutami Dam and Lahor Dam. There are two large dams which are also sources of hydropower energy. The Sutami Hydroelectric Power Plant (PLTA) in the Karangkates reservoir, Malang Regency is the largest in East Java. With the existence of important public facilities in this area, meteorological observations are needed, one of which is air temperature observations. If the air temperature is high at certain hours or days, it can speed up the rate of evaporation of water from reservoirs or dams. When water evaporates, the volume of water available to drive the turbine can decrease. This can be analyzed with data values that experience fluctuations, thus having an impact on dam water and hydroelectric power plants (PLTA) in the area. The causes of temperature fluctuations include sunlight, earth radiation, air humidity and lots of clouds. Fluctuations in air temperature around dams can have a significant impact on hydropower (Hydroelectric Power Plant) operations, especially in terms of water availability, electricity generation efficiency, and infrastructure maintenance.

Pendahuluan

Desa Karangkates merupakan desa yang terletak di Kecamatan Sumberpucung, Kabupaten Malang, dengan koordinat $8^{\circ} 9' 17''$ LS, $112^{\circ} 27' 6''$ BT. Dahulu Karangkates merupakan sebuah dusun bagian dari Desa Sumberpucung yang terletak di ujung wilayah dan berbatasan langsung dengan Kabupaten Blitar. Seiring dengan

*This is an open access article under the CC BY-NC-SA license.**Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.*

perkembangan yang pesat, dan melalui berbagai pertimbangan, Karangkates akhirnya ditingkatkan statusnya menjadi desa. Di desa ini terdapat dua buah bendungan besar yaitu Bendungan Sutami dan Bendungan Lahor. Saat ini Bendungan Sutami sudah tidak beroperasi lagi, sedangkan Bendungan Lahor masih dibuka untuk umum. Bendungan kedua ini juga menjadi sumber energi pembangkit listrik tenaga air (PLTA), dengan PLTA Sutami yang terletak di Waduk Karangkates, Kabupaten Malang, merupakan yang terbesar di Jawa Timur. PLTA Sutami yang dibangun pada tahun 1973 dan 1976 ini menyuplai listrik ke wilayah selatan Jawa Timur dan terkoneksi dengan pembangkit lain seperti di Grati, Paiton, Gresik, Ngimbang, Krian, dan Kediri.

Dengan adanya sarana publik yang penting dikawasan Karangkates, Kabupaten Malang maka perlunya pengamatan meteorologi. Pengamatan ini dijalankan oleh instansi terkait yang berwenang yaitu BMKG Kelas III Stasiun Geofisika Malang yang lokasinya terletak didekat bendungan Lahor. Dengan tugas yang dijalankan diantaranya di bidang meteorologi yaitu melakukan pengamatan dan pengolahan unsur cuaca dan iklim serta memberikan informasi cuaca dan iklim. Perubahan suhu yang berbeda disetiap jam dapat diamati dengan Termometer Bola Kering dan Bola Basah. Alat ini dimiliki oleh BMKG yang ada pada Sangkar Meteorologi. Apabila suhu udara tinggi pada jam atau hari tertentu maka dapat mempercepat laju penguapan air dari waduk atau bendungan. Ketika air mengalami penguapan, volume air yang tersedia untuk menggerakkan turbin bisa berkurang, sehingga mengurangi kapasitas pembangkitan listrik. Suhu udara juga memengaruhi suhu air di bendungan. Air yang lebih hangat memiliki densitas yang lebih rendah, yang secara teori sedikit dapat menurunkan efisiensi energi yang dihasilkan. Walaupun efek ini biasanya kecil, dalam sistem besar, perubahan kecil ini dapat memengaruhi output secara keseluruhan. Apabila kondisi cuaca saat itu hujan, curah hujan akan sangat berpengaruh pada ketersediaan air di waduk. Musim hujan biasanya menambah volume air di waduk, yang dapat meningkatkan produksi listrik. Sebaliknya, di musim kemarau, volume air mungkin menurun drastis, sehingga membatasi daya yang bisa dihasilkan. Adapaun dalam Al-Qur'an hujan dijelaskan pada surat An-Nur ayat 43 yaitu sebagai berikut:

الْمَ تَرَ أَنَّ اللَّهُ يُرِّجِي سَحَابًا ثُمَّ يُوَلِّ فَبَيْنَهُ ثُمَّ يَجْعَلُهُ رُكَامًا فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خَلْلِهِ وَيُنَزِّلُ
مِنَ السَّمَاءِ مِنْ جَبَالٍ فِيهَا مِنْ بَرَدٍ فَيُصِيبُ بِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَصْرِفُهُ عَنْ مَنْ يَشَاءُ يَكَادُ سَنَابَرْ قَهْ
يَدْهُبُ بِالْأَبْصَارِ ﴿٤﴾

Artinya : Tidakkah engkau melihat bahwa sesungguhnya Allah mengarahkan awan secara perlahan, kemudian mengumpulkannya, lalu menjadikannya bertumpuk-tumpuk. Maka, engkau melihat hujan keluar dari celah-celahnya. Dia (juga) menurunkan (butiran-butiran) es dari langit, (yaitu) dari (gumpalan-gumpalan awan seperti) gunung-gunung. Maka, Dia menimpakannya (butiran-butiran es itu) kepada siapa yang Dia kehendaki dan memalingkannya dari siapa yang Dia kehendaki. Kilauan kilatnya hampir-hampir menghilangkan penglihatan. Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa bergeraknya awan hingga terbentuk hujan adalah kehendak dari Allah Swt. Dengan pergerakan awan tersebut pasti meimbulkan perbedaan suhu permukaan. Misalnya apabila hujan suhu terasa lebih sejuk dan suhu cenderung rendah, sedangkan saat tidak ada awan yang memenuhi langit maka penyinaran matahari lebih intens sehingga suhu permukaan menjadi tinggi dan terasa panas. Dengan urgensi tersebut maka perlu dilakukan analisa fluktuasi suhu udara di daerah Karangkates, Kabupaten Malang. Data yang digunakan adalah pengamatan secara langsung yang dilakukan saat masa Praktik Kerja Lapangan

(PKL) di BMKG Kelas III Stasiun Geofisika Malang, menggunakan termometer bola basah dan termometer bola kering. Setelah dilakukan analisa mengenai suhu udara di daerah tersebut maka dapatkan disimpulkan Analisa dari fluktuasi yang terjadi.

Pembahasan

Fluktuasi

Fluktuasi dalam sains merujuk pada perubahan yang tidak tetap ketidaktetapan dalam berbagai fenomena yang dapat diamati. Dalam konteks ini fluktuasi mengacu pada perubahan suhu udara yang cenderung berubah-ubah atau tidak tetap. Di siang hari suhu udara bisa sangat tinggi, kemudian di sore hari turun dan pada malam hari sangat rendah sehingga terasa dingin. Mengapa hal itu bisa terjadi pada suhu udara? Jawaban dari pertanyaan ini akan dibahas pada pembahasan ini.

Suhu Udara

Suhu udara merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan kondisi cuaca. Suhu udara merujuk pada tingkat panas atau dinginnya udara di suatu lokasi dan waktu tertentu. Suhu udara di setiap wilayah secara umum dibagi menjadi dua kategori, yaitu suhu udara minimum dan suhu udara maksimum. Suhu udara minimum mengacu pada suhu terendah yang tercatat di suatu wilayah selama jangka waktu tertentu, biasanya sehari. Suhu udara yang lebih tinggi dari biasanya sering terjadi pada hari-hari yang sangat panas. Pengamatan suhu udara pada pukul 07.00 WIB, 13.00 WIB, dan 18.00 WIB dapat digunakan untuk mengetahui suhu udara permukaan setiap hari. Suhu udara dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti radiasi matahari, ketinggian, kelembaban, angin, dan awan. Musim juga berperan dalam menentukan suhu udara. Di daerah beriklim sedang, suhu cenderung lebih tinggi pada musim panas dan lebih rendah pada musim dingin, sedangkan di daerah tropis, suhu udara biasanya lebih tinggi pada musim kemarau dan lebih rendah pada musim hujan.

Termometer Bola Kering

Disebut demikian karena suhu udara yang terukur oleh termometer ini tidak terpengaruh oleh tingkat kelembaban udara. Termometer ini digunakan untuk mengukur suhu permukaan dan terdiri dari tabung kaca dengan pipa kapiler yang diisi air raksa. Pengukuran dilakukan selama 12 jam, dimulai dari pukul 07.00 hingga 19.00 WIB.

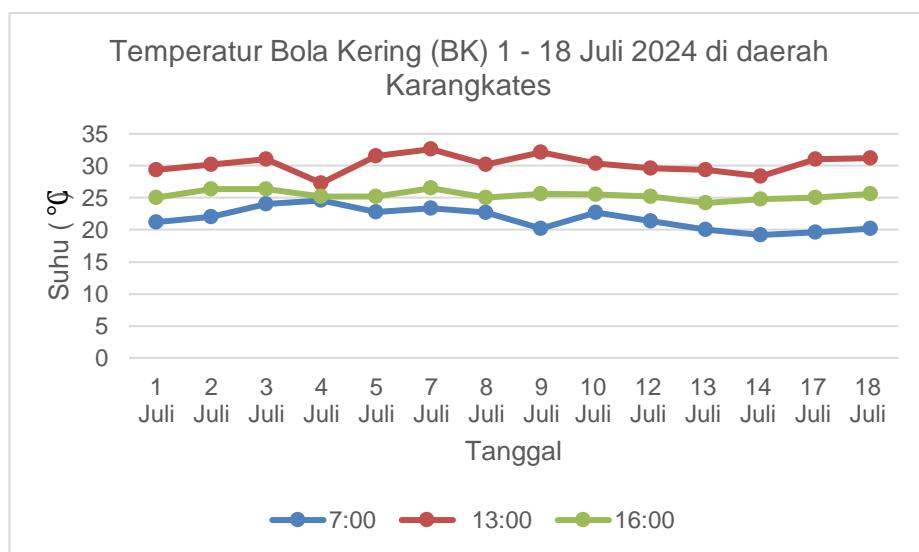
Termometer Bola Basah

Termometer bola basah digunakan untuk mengukur titik embun di udara. Meskipun prinsip kerjanya mirip dengan termometer bola kering, perbedaannya terletak pada kain yang membungkus bola, yang selalu dijaga agar tetap basah. Pada siang hari, terdapat perbedaan suhu yang cukup besar antara termometer bola basah dan bola kering. Hal ini disebabkan oleh kelembaban udara yang rendah, sehingga air pada kain mengambil panas dari termometer, mengakibatkan penurunan suhu. Pengukuran juga dilakukan selama 12 jam, dimulai dari pukul 07.00 hingga 19.00 WIB.

Analisa Data Hasil Pengukuran Temperatur Bola Kering

Temperatur Bola Kering (Dry Bulb Temperature) adalah suhu udara yang sebenarnya, seperti yang terukur oleh termometer biasa. Menunjukkan tingkat panas atau dinginnya udara. Sedangkan Temperatur Bola Basah (Wet Bulb Temperature) adalah suhu terendah yang dapat dicapai oleh udara melalui penguapan air. Diukur dengan membungkus bola termometer dengan kain basah dan menghembuskan udara di sekitarnya. Adapun hasil grafik perbandingan per hari pada bulan Juli 2024 dari data Temperatur Bola Kering adalah sebagai berikut.

Gambar 1. Grafik Temperatur Bola Kering



Gambar 1. Grafik Perbedaan Temperatur Bola Kering (BK) 1 – 18 Juli 2024.

Sumber: BMKG (2024)

Grafik garis ini menunjukkan perubahan suhu bola kering (BK) di Karangkates, Malang, Jawa Timur pada tanggal 1-18 Juli. Sumbu x mewakili tanggal, sedangkan sumbu y mewakili suhu dalam derajat Celsius (°C). Grafik menampilkan tiga garis yang mewakili suhu pada pukul 7:00, 13:00, dan 16:00. Pada grafik tersebut rentang suhu secara umum berkisar antara 20°C hingga 35°C, hal ini menunjukkan kondisi yang relatif hangat sepanjang periode tersebut. Untuk suhu tertinggi tercatat pada pukul 13:00, sedangkan suhu terendah tercatat pada pukul 7:00 pagi. Untuk suhu pagi (pukul 7:00 - Garis Biru) suhu pada pukul 7:00 berkisar antara 20°C hingga 27°C, yang secara konsisten merupakan suhu terendah sepanjang hari. Selanjutnya penurunan suhu yang kecil diamati sekitar tanggal 4 hingga 6 Juli, di mana suhu pagi mendekati 20°C. Suhu yang lebih rendah ini kemungkinan disebabkan oleh pemanasan matahari yang lebih rendah pada jam-jam awal.

Suhu siang (pukul 13:00 - Garis Oranye) suhu pada pukul 13:00 adalah yang tertinggi, berkisar antara 28°C hingga 33°C, dengan puncak suhu terjadi pada tanggal 4, 5, dan 9 Juli. Untuk suhu siang tetap relatif stabil sepanjang periode tersebut, dengan fluktuasi hanya beberapa derajat. Waktu terpanas dalam sehari secara konsisten terjadi pada pukul ini, seperti yang diharapkan karena radiasi matahari maksimum. Suhu sore (pukul 16:00 - Garis Abu-abu) suhu pada pukul 16:00 berada di antara nilai suhu pagi dan siang,

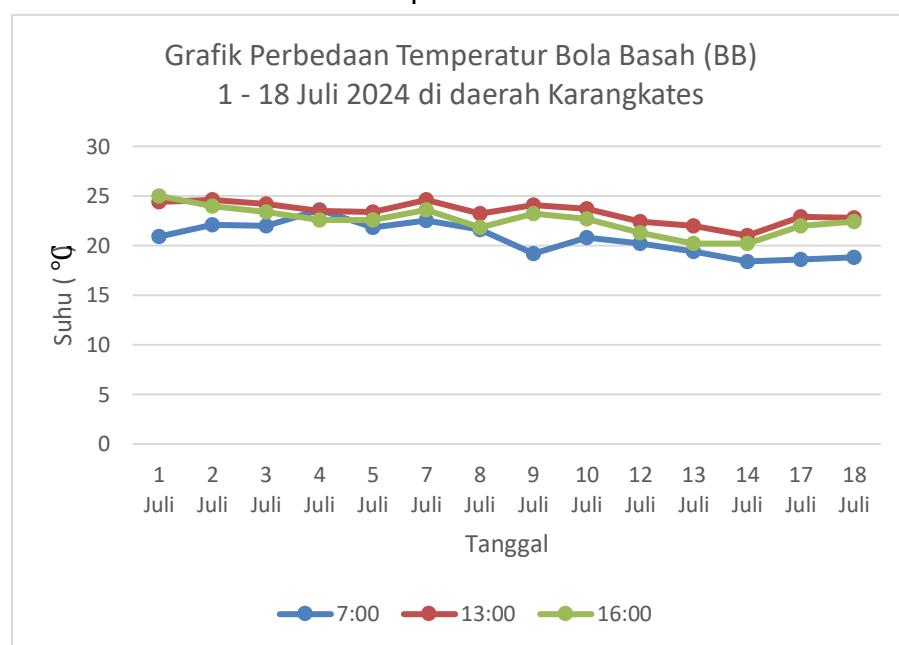
berkisar antara 26°C hingga 31°C. Ada tren pendinginan dibandingkan dengan puncak suhu siang, tetapi suhu tetap relatif hangat. Seperti pada waktu lainnya, terdapat sedikit penurunan suhu pada tanggal 4 hingga 6 Juli.

Fluktuasi dan Pola

Ada penurunan suhu yang nyata dari tanggal 4 hingga 6 Juli untuk semua waktu dalam sehari. Hal ini menunjukkan adanya efek pendinginan, kemungkinan karena tutupan awan atau perubahan kondisi atmosfer selama hari-hari tersebut. Setelah tanggal 6 Juli, suhu kembali normal dan mengikuti tren yang konsisten hingga akhir periode pengamatan.

Analisa Data Hasil Pengukuran Temperatur Bola Kering

Gambar 2. Grafik Temperatur Suhu Udara



Gambar 2. Grafik Perbedaan Temperatur Bola Basah (BB) 1 - 18 Juli 2024.

Sumber: BMKG (2024)

Grafik ini menunjukkan perbedaan suhu bola basah (BB) pada berbagai waktu dalam sehari (pukul 7:00, 13:00, dan 16:00) di Karangkates dari tanggal 1 hingga 18 Juli 2024. Secara keseluruhan suhu bola basah pada waktu yang berbeda (pukul 7:00, 13:00, dan 16:00) umumnya berkisar antara 18°C hingga 25°C. Sepanjang periode tersebut, tidak ada perubahan suhu yang drastis, menunjukkan pola cuaca yang relatif stabil di Karangkates selama tanggal-tanggal ini. Pada suhu pagi (pukul 7:00 - Garis Biru) suhu pada pukul 7:00 secara konsisten lebih rendah dibandingkan dengan waktu lainnya, berkisar antara 18°C hingga sekitar 22°C. Pola ini tetap relatif konstan dengan fluktuasi minimal, menunjukkan bahwa pagi hari cenderung lebih dingin dibandingkan siang atau sore.

Suhu Siang (pukul 13:00 - Garis Oranye) suhu pada pukul 13:00 secara konsisten lebih tinggi dibandingkan pagi hari, berfluktuasi antara 21°C hingga 24°C. Ada sedikit puncak suhu pada tanggal 7 dan 10 Juli, menunjukkan kondisi yang sedikit lebih hangat pada

siang hari di tanggal tersebut. Suhu sore (pukul 16:00 - Garis Abu-abu) suhu pada pukul 16:00 sedikit lebih rendah dibandingkan pukul 13:00, tetapi masih lebih tinggi dibandingkan suhu pagi. Tren ini relatif stabil antara 20°C dan 23°C, menunjukkan adanya pendinginan di sore hari, tetapi tetap lebih hangat dibandingkan pagi hari.

Fluktuasi

Grafik menunjukkan fluktuasi harian yang kecil, namun secara keseluruhan suhu tetap berada dalam rentang yang kecil, menandakan kandungan kelembaban atmosfer yang stabil selama periode ini. Kenaikan kecil pada tanggal 7 dan 10 Juli menunjukkan periode singkat kenaikan suhu bola basah pada siang dan sore hari. Secara umum, suhu bola kering di Karangkates selama periode 1-18 Juli 2024 cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa suhu udara di daerah tersebut cukup panas. Suhu bola basah juga cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kelembaban udara di daerah tersebut cukup tinggi. Semakin tinggi kelembaban udara, semakin sedikit air yang dapat menguap, sehingga suhu bola basah akan semakin mendekati suhu bola kering.

Faktor yang Mungkin Mempengaruhi Fluktuasi Suhu

Adapun penyebab dari fluktuasi suhu diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Sinar Matahari: Intensitas sinar matahari yang lebih tinggi pada siang hari dapat menyebabkan peningkatan suhu.
2. Radiasi Bumi: Pada malam hari, bumi kehilangan panas melalui radiasi, sehingga suhu cenderung turun.
3. Kelembaban: Kelembaban udara dapat mempengaruhi suhu. Udara yang lebih lembap dapat menahan panas lebih baik. Kelembaban tinggi pada suhu tinggi akan membuat kita merasa lebih panas, sedangkan kelembaban tinggi pada suhu rendah akan membuat kita merasa lebih dingin.
4. Awan: Awan dapat menghalangi sinar matahari, sehingga mengurangi suhu.

Kombinasi suhu bola kering dan bola basah memberikan indikasi tentang seberapa sejuk atau panas yang dirasakan oleh manusia. Kelembaban tinggi pada suhu tinggi akan membuat kita merasa lebih panas, sedangkan kelembaban tinggi pada suhu rendah akan membuat kita merasa lebih dingin. Perbedaan antara suhu bola kering dan bola basah juga menunjukkan potensi penguapan di udara. Ini penting untuk berbagai aplikasi, seperti pertanian, industri, dan meteorologi.

Hubungan Fluktuasi Suhu Udara Dengan Operasi PLTA Didekat Bendungan

Fluktuasi suhu udara di sekitar bendungan dapat memiliki dampak signifikan terhadap operasi PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air), terutama dalam hal ketersediaan air, efisiensi pembangkitan listrik, dan pemeliharaan infrastruktur. Berikut adalah beberapa cara bagaimana fluktuasi suhu udara memengaruhi operasi PLTA:

1. Pengaruh terhadap Penguapan Air

Ketika suhu udara meningkat, laju penguapan air dari permukaan bendungan atau waduk menjadi lebih tinggi. Penguapan yang tinggi ini mengurangi volume air yang tersedia untuk menggerakkan turbin. Jika fluktuasi suhu menyebabkan cuaca yang lebih

panas secara terus-menerus, ini bisa mengurangi kapasitas daya yang dihasilkan oleh PLTA, karena ketersediaan air yang lebih sedikit.Untuk pengaruh fluktuasi suhu musiman (misalnya perbedaan suhu antara musim panas dan musim dingin) akan memengaruhi tingkat penguapan, yang bervariasi sepanjang tahun. Pada musim panas, suhu udara yang lebih tinggi akan meningkatkan penguapan, sementara pada musim dingin, suhu udara yang lebih rendah dapat memperlambat penguapan, sehingga mempengaruhi volume air yang tersedia di waduk.

2. Perubahan Suhu Air dan Efisiensi Turbin

Fluktuasi suhu udara yang tinggi dapat menyebabkan suhu air di bendungan juga meningkat. Suhu air yang lebih tinggi mengurangi densitas air dan viskositasnya, yang berpotensi menurunkan efisiensi pembangkitan listrik karena turbin mungkin tidak beroperasi dengan optimal pada suhu air yang lebih tinggi.Selain itu juga berpengaruh pada kinerja turbin. Beberapa turbin dan peralatan pembangkit lainnya dirancang untuk beroperasi pada suhu air tertentu. Fluktuasi yang terlalu besar dapat mempengaruhi performa turbin, yang dapat menyebabkan penurunan kapasitas pembangkit atau meningkatkan keausan pada komponen mekanik.

3. Pengaruh terhadap Kualitas Air dan Sedimentasi

Pengaruh terhadap kualitas air, fluktuasi suhu dapat memengaruhi kualitas air di dalam bendungan. Suhu yang lebih tinggi meningkatkan kecepatan reaksi kimia dalam air dan dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi zat terlarut dan kontaminasi mikroba. Ini dapat berdampak pada kehidupan akuatik dan mempengaruhi kualitas air yang disalurkan ke turbin.Pada sedimentasi, suhu udara yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan erosi dan sedimentasi di hulu bendungan, karena suhu yang panas mempercepat pelapukan batuan dan tanah. Partikel-partikel sedimen yang terbawa oleh aliran air dapat menumpuk di dasar waduk dan mengurangi kapasitas penyimpanan air dalam jangka panjang. Sedimen yang terkumpul juga dapat mengganggu kinerja turbin dan infrastruktur bendungan.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa fluktuasi suhu udara pada bulan Juli 2024 berpengaruh terhadap ketersediaan air yang ada di bendungan Sutami dan Lahor yang berada di daerah Karangkates, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Fluktuasi suhu udara di sekitar bendungan dapat memiliki dampak signifikan terhadap operasi PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air). Ketika suhu udara meningkat, laju penguapan air dari permukaan bendungan atau waduk menjadi lebih tinggi. Penguapan yang tinggi ini mengurangi volume air yang tersedia untuk menggerakkan turbin. Jika fluktuasi suhu menyebabkan cuaca yang lebih panas secara terus-menerus, ini bisa mengurangi kapasitas daya yang dihasilkan oleh PLTA, karena ketersediaan air yang lebih sedikit. Selain itu juga berdampak pada efisiensi pembangkitan listrik, dan pemeliharaan infrastruktur. Oleh sebab itu, pemeliharaan dan kalibrasi alat-alat terkait menjadi sangat penting, apabila jika terjadi penurunan dan peningkatan suhu secara tiba-tiba, tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Dan PLTA dapat terus beroperasi secara maksimal tanpa terpengaruh dampak kondisi alam.

Daftar Pustaka

- Anwar, S. (2017). Peramalan Suhu Udara Jangka Pendek di Kota Banda Aceh dengan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). *Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology*. 5(1), 6–12. <Https://doi.org/10.29103/mjmst.v5i1.10882>. (n.d.).
- Jejeli, Rois. (2017). Mengintip PLTA Terbesar di Jawa Timur. <https://finance.detik.com/energi/d-3504035/mengintip-plta-terbesar-di-jawa-timur>. Diakses pada 14 November 2024 pukul 13.00 WIB.
- NU Online. <https://quran.nu.or.id/an-nur/43>. Diakses pada 14 November 2024 pukul 14.11 WIB.
- Octarino, C. (2019). Karakteristik Iklim Mikro Di Ruang Publik Studi Kasus: Jalur Pedestrian Malioboro, Yogyakarta. *Jurnal Arsitektur GRID*, 1(2).
- Sagita, A. R., Margaliu, A. S. C., Rizal, F., & Mazzaluna, H. P. (2022). Analisis Korelasi Suhu Permukaan, NDVI, Elevasi dan Pola Perubahan Suhu Daerah Panas Bumi Rendingan-Ulubelu-Waypanas, Tanggamus Menggunakan Citra Landsat 8 OLI/TIRS. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 3(1), 43-51. <Https://doi.org/10.23960/jgrs.2022.v3i1.72>
- Saragih, I. J. A., Rumahorbo, I., & Yudistira, R. (2020). Prediksi Curah Hujan Bulanan Di Deli Serdang Menggunakan Persamaan Regresi Dengan Prediktor Data Suhu Dan Kelembapan Udara. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*. 7(2), 6–14.
- Utina, R. (2009). Pemanasan global: dampak dan upaya meminimalisasinya. *Jurnal Saintek UNG*, 3(3), 1-11.