

Implementasi Long Short-Term Memory (LSTM) untuk Pemantauan dan Prediksi Suhu dan Kelembapan di Lingkungan Sungai

Mohammad Nurdin Prastyah Hermansah¹

¹Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Yogyakarta

*Corresponding Author: @mohammadnurdin.2020@student.uny.ac.id

Abstract

Water is a vital resource for life, making river water quality monitoring essential to maintain ecological balance. Water temperature, influenced by air temperature and humidity, significantly affects aquatic organisms. This study develops a system for monitoring and forecasting air temperature, air humidity, and river water temperature using IoT technology and Long Short-Term Memory (LSTM). IoT devices collect real-time data displayed via a web interface. LSTM predicts trends in environmental parameters with high accuracy, achieving RMSE values of 0.08, 0.09, and 0.09 for air temperature, air humidity, and water temperature predictions, respectively. The findings reveal significant correlations between air temperature and water temperature (0.85) and between air humidity and water temperature (-0.76). This integrated system enhances river water quality monitoring and prediction capabilities.

Keywords: River Water Quality, Monitoring System, Temperature and Humidity, IoT, Long Short-Term Memory (LSTM).

Abstrak

Air merupakan sumber kehidupan yang sangat penting, sehingga pemantauan kualitas air sungai diperlukan untuk menjaga keseimbangan ekosistem. Suhu air, yang dipengaruhi oleh suhu udara dan kelembapan udara, memiliki dampak signifikan terhadap organisme akuatik. Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan dan prediksi suhu udara, kelembapan udara, serta suhu air sungai menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) dan metode Long Short-Term Memory (LSTM). Perangkat IoT mengumpulkan data secara real-time yang ditampilkan melalui antarmuka web. LSTM digunakan untuk memprediksi tren parameter lingkungan dengan akurasi tinggi, menghasilkan nilai RMSE sebesar 0,08, 0,09, dan 0,09 untuk prediksi suhu udara, kelembapan udara, dan suhu air. Hasil penelitian menunjukkan korelasi signifikan antara suhu udara dan suhu air (0,85), serta antara kelembapan udara dan suhu air (-0,76). Sistem terintegrasi ini meningkatkan kemampuan pemantauan dan prediksi kualitas air sungai.

Kata Kunci: Kualitas Air Sungai, Sistem Monitoring, Suhu dan Kelembapan, IoT, Long Short-Term Memory (LSTM).

PENDAHULUAN

Latar belakang pada penelitian ini berfokus pada pemantauan dan prediksi suhu dan kelembapan lingkungan sungai. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas air sungai itu bagus atau buruk terdapat pada suhu air, namun suhu air sungai sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitarnya, terutama oleh parameter suhu dan kelembapan udara. (Yolanda, 2023). Suhu air sungai yang tidak seimbang dengan suhu udara dapat menandakan adanya perubahan iklim atau aktivitas manusia yang memengaruhi keseimbangan alam (Sirajuddin et al., 2023).

Suhu udara yang lebih tinggi cenderung meningkatkan suhu air sungai, terutama pada saat panas. Radiasi matahari yang intensif juga memainkan peran dalam pemanasan air sungai. Kelembapan udara mempengaruhi laju penguapan dari permukaan air sungai. Ketika kelembapan udara rendah, penguapan meningkat, yang dapat menyebabkan penurunan suhu air karena hilangnya energi panas. Hujan deras yang dingin dapat menyebabkan penurunan suhu air sungai secara tiba-tiba yang disebut thermal shock, oleh karena itu, pemantauan suhu dan

kelembaban di lingkungan sungai sangat penting untuk memahami dinamika perubahan suhu air sungai. (Firmansyah, 2019).

Untuk memantau kondisi lingkungan sekitar sungai secara akurat, sistem monitoring berbasis teknologi IoT (Internet of Things) telah menjadi solusi yang efektif. IoT memungkinkan pengumpulan data secara otomatis melalui sensor DHT22 dan Ds18b20 lalu penggunaan ESP32 sebagai mikrokontroler yang terhubung ke internet, sehingga memudahkan pengawasan lingkungan sungai secara jarak jauh (Astari and Rohmah, 2023). Dengan menggunakan teknologi IoT data dapat dikirimkan ke website untuk dianalisis dan dipantau secara akurat.

Data yang terkumpul dalam website dilakukan pelatihan dengan metode Long Short-Term Memory (LSTM). LSTM adalah sebuah komponen dari keluarga Recurrent Neural Network (RNN) atau penyempurnaanannya. Jaringan LSTM unggul dalam menangani beragam data deret waktu. Dalam proyek ini LSTM digunakan untuk memperkirakan tren perubahan suhu dan kelembaban udara lingkungan sungai dan juga untuk memperkirakan tren perubahan suhu air sungai. Dengan memanfaatkan LSTM, sistem monitoring tidak hanya dapat melakukan pemantauan tapi juga dapat memberikan prediksi yang lebih akurat tentang perubahan suhu dan kelembaban lingkungan sungai, yang pada gilirannya dapat membantu dalam pemantauan kualitas air sungai secara lebih efektif (Amir et al., 2024).

METODE

Sistem ini mengintegrasikan tiga komponen utama yaitu perangkat IoT untuk pengumpulan data, antarmuka web untuk visualisasi, dan model LSTM untuk analisis prediktif. Sistem IoT dirancang menggunakan sensor dan mikrokontroler untuk pengumpulan data lingkungan secara real-time. Sensor DHT22 mengukur suhu dan kelembapan udara, sedangkan sensor DS18B20 merekam suhu air. Sensor-sensor ini terhubung ke mikrokontroler ESP32, yang memproses data dan mengirimkannya ke server pusat melalui Wi-Fi. ESP32 dipilih karena konsumsi dayanya yang rendah, konektivitas nirkabel yang andal, dan kemampuannya menangani banyak sensor secara bersamaan. Data yang terkumpul diberi penanda waktu untuk memastikan urutan kronologis dan disimpan untuk analisis lebih lanjut.

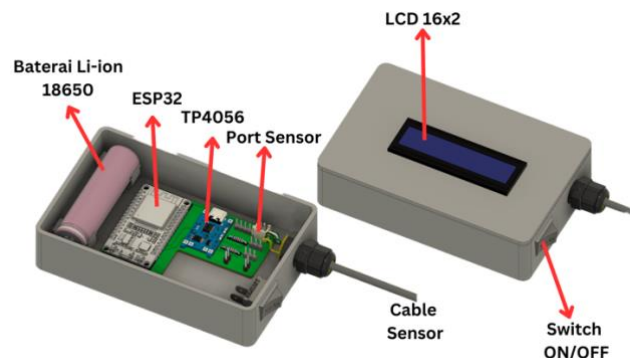
Antarmuka web dirancang untuk menyajikan data secara mudah dipahami oleh pengguna. Visualisasi interaktif, termasuk tabel dinamis dan grafik, memungkinkan pengguna memantau kondisi real-time serta menganalisis tren historis. Antarmuka ini mendukung fitur lanjutan seperti penyaringan data dan kemampuan ekspor untuk analisis lebih mendalam. Dibangun menggunakan kerangka kerja pengembangan web modern, antarmuka ini memastikan kompatibilitas di berbagai perangkat dan browser. Selain itu, langkah-langkah keamanan diterapkan untuk melindungi integritas data dan akses pengguna.

Jaringan saraf *Long Short-Term Memory* (LSTM) memproses data historis yang dikumpulkan untuk memprediksi tren suhu dan kelembapan di masa depan. Implementasi model ini melibatkan beberapa tahap: **Pra-pemrosesan Data:** Data dibersihkan, dinormalisasi, dan disusun dalam urutan yang sesuai untuk analisis deret waktu. Outlier diidentifikasi dan dihapus untuk meningkatkan akurasi model. **Pelatihan Model:** Model LSTM dilatih menggunakan TensorFlow, dengan hiperparameter seperti jumlah neuron, tingkat pembelajaran, dan ukuran batch dioptimalkan melalui eksperimen iteratif. Dataset pelatihan dibagi menjadi subset pelatihan, validasi, dan pengujian untuk memastikan performa yang andal. **Evaluasi:** Kinerja model dievaluasi menggunakan metrik seperti RMSE dan mean memvisualisasikan akurasi. Integrasi ketiga komponen ini memastikan alur data yang mulus dari sensor hingga wawasan yang dapat ditindaklanjuti, memungkinkan pemantauan real-time dan prediksi kondisi lingkungan yang akurat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Pemantauan.

Sistem berbasis IoT berhasil memantau parameter suhu udara, kelembapan, dan suhu air secara real-time. Data yang dikumpulkan oleh sensor DHT22 dan DS18B20 dikirimkan ke server pusat melalui ESP32 dan divisualisasikan pada antarmuka web.



Gambar 1. Alat monitoring suhu dan kelembaban

Visualisasi data real-time memudahkan pengguna untuk memahami kondisi lingkungan secara langsung. Selain itu, pengguna dapat mengakses data historis untuk analisis tren jangka panjang. Pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat bekerja dengan andal di berbagai kondisi cuaca.



Gambar 2. Website monitoring suhu dan kelembaban

Akurasi Prediksi.

Model LSTM menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam memprediksi parameter lingkungan. Dengan nilai RMSE sebesar 0,08 untuk suhu udara, 0,09 untuk kelembapan udara, dan 0,09 untuk suhu air, hasil prediksi menunjukkan kesesuaian tinggi dengan data aktual. Grafik perbandingan antara data aktual dan prediksi menunjukkan bahwa model dapat menangkap pola musiman dan fluktuasi jangka pendek dengan akurat. Korelasi tinggi antara suhu udara dan suhu air (0,85), serta korelasi negatif signifikan antara kelembapan udara dan suhu air (-0,76), mengonfirmasi hubungan yang erat antara variabel-variabel tersebut.

Pengujian Sistem.

Sistem diuji di lingkungan sungai dengan interval pengumpulan data setiap 30 detik selama beberapa hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan secara real-time. Data yang dihasilkan stabil meskipun terdapat fluktuasi cuaca seperti hujan dan panas ekstrem. Sistem juga menunjukkan efisiensi daya yang baik, memungkinkan pengoperasian yang berkelanjutan dalam jangka waktu yang lama. Evaluasi terhadap kualitas data menunjukkan bahwa sistem mampu menangani gangguan sinyal dengan tingkat kehilangan data yang minimal. Pengujian lebih lanjut di lokasi sungai yang berbeda memberikan hasil yang konsisten, menunjukkan fleksibilitas sistem untuk diterapkan di berbagai lingkungan.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan terkait implementasi sistem pemantauan suhu udara, kelembapan, dan suhu air sungai menggunakan model Long Short-Term Memory (LSTM). Pertama, peneliti berhasil mengembangkan alat untuk memonitor suhu air sungai, suhu udara, dan kelembapan di sekitar sungai. Alat ini berfungsi dengan baik, terbukti mampu mengirimkan data ke server. Selain itu, peneliti juga berhasil menciptakan sistem pemantauan suhu dan kelembapan udara serta suhu air secara real-time melalui website yang terintegrasi dengan teknologi IoT. Dalam website tersebut, data dapat ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau informasi secara visual. Kedua, peneliti berhasil mengembangkan sistem prediksi suhu dan kelembapan udara serta suhu air dengan menggunakan algoritma LSTM. Model LSTM ini mampu bekerja dengan baik menggunakan 1.000 dataset, yang ditunjukkan oleh skor error yang rendah, yaitu RMSE sebesar 0,08 untuk suhu udara, 0,09 untuk suhu air, dan 0,09 untuk kelembapan udara.

REFERENCES

DAFTAR PUSTAKA

- Alfirmasnyah, A., Reflis, R., Utama, S. P., Ramdhon, M., Adeko, R., Arifin, Z., Ali, H., Siswahyono, S., and Jayanti, U. (2022). Analisis kualitas dan perumusan strategi pengendalian pencemaran air sungai rawas kabupaten musi rawas utara. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 2(7):2983–2988.
- Amir, F., Utami, E., and Hanafi, H. (2024). Literature study on the development of neural networks for weather forecasting. *Jurnal Teknologi*, 17(1):49–57.
- Astari, K. and Rohmah, R. N. (2023). Sistem Monitoring Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele dengan Teknologi Internet of Things (IoT). PhD thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Firmansyah, Z. A. (2019). Monitoring Kualitas Air Kolam Pembenihan Ikan Koi Berbasis Internet Of Things. PhD thesis, Universitas Komputer Indonesia.
- Lattifia, T., Buana, P. W., Kadek, N., and Rusjyanthi, D. (2022). Model prediksi cuaca menggunakan metode lstm. Natsir, M., Rendra, D. B., and Anggara, A. D. Y. (2019). Implementasi iot untuk sistem kendali ac otomatis pada ruang kelas di universitas serang raya. *ROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 6(1).
- PANDIANGAN, Y. S., ZULAIKHA, S., WARTO, W., and YUDO, S. (2023). Status kualitas air sungai ciliwung berbasis pemantauan online di wilayah dki jakarta ditinjau dari parameter suhu, ph, tds, do, dhl, dan kekeruhan: Status of ciliwung river water quality based on online monitoring in dki jakarta area in terms of temperature, ph, tds, do, dhl, and turbidity parameters. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2):176–182.
- Rianto, A., Kusanti, J., and Sudalyo, R. A. T. (2023). Perancangan monitoring limbah air sungai bengawan solo di kalurahan sewu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Darul Ulum*, 2(2):88–95.
- Rifa', A., Udin, M., Rasyid, H. A., Gunawan, A. I., Elektronika, P., and Surabaya, N. (2021). Sistem pemantauan dan kontrol otomatis kualitas air berbasis iot menggunakan platform node-red untuk budidaya udang 1. *Jurnal Teknologi Terapan* —, 7.
- Sirajuddin, N., Wahditiya, A., and Saleky, V. (2023). Efek perubahan iklim terhadap usaha tambak ikan bandeng di desa bulu cindea biringkassi, kecamatan bungoro, kabupaten pangkep. *Journal of Coastal and Deep Sea*, 1(1):22–30.
- Smagulova, K. and James, A. (2019). A survey on lstm memristive neural network architectures and applications. *The European Physical Journal Special Topics*, 228(10):2313–2324.

- Staudemeyer, R. C. and Morris, E. R. (2019). Understanding LSTM - a tutorial into long short-term memory recurrent neural networks. CoRR, abs/1909.09586. 72
- Syarifudin, A. et al. (2017). Hidrologi Terapan. Penerbit Andi.
- Yolanda, Y. (2023). Analisa pengaruh suhu, salinitas dan ph terhadap kualitas air di muara perairan belawan. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, 11(2):329–337.