

PEMODELAN DAN SIMULASI SUHU LINGKUNGAN DENGAN METODE ODE45 DI MATLAB

Widiya¹, Putri Kurni Wati², Suci Wulandari³, Muhammad Syahrul Wildan⁴

^{1,2,3} Sains dan Teknologi, Ilmu Komputer, Universita Islam Negeri Sumatera Utara

⁴ Fakultas Teknik, Informatika, Universitas Medan Area

E-mail: ¹widiawidia856@gmail.com, ²Kurniawati putri61@gmail.com, ³suci46931@gmail.com,

⁴mhdwildan437@gmail.com

Article Info

ABSTRACT

Keywords:

Kata kunci: Sistem dinamik, MATLAB GUI, ODE45, simulasi suhu, interpolasi..

Penelitian ini bertujuan untuk membuat model dan simulasi perubahan suhu lingkungan setiap hari dengan menggunakan pendekatan sistem dinamik berdasarkan persamaan diferensial tingkat pertama yang dipecahkan melalui metode ODE45. Data suhu luar diperoleh dari delapan titik yang diambil setiap tiga jam, yang menunjukkan pola umum harian, yaitu suhu yang relatif rendah di pagi hari (24–25°C), meningkat di siang hari (26–29°C), stabil di sore hari (27°C), dan kembali menurun pada malam hari (sekitar 26°C). Data ini kemudian diinterpolasi secara linier untuk menghasilkan fungsi yang kontinu yang dapat digunakan sebagai input bagi model. Model sistem dinamik dikembangkan dengan mempertimbangkan koefisien perpindahan panas (k), sumber panas yang konstan (Q), serta suhu awal (T_0) untuk menggambarkan respons termal terhadap fluktuasi suhu luar. Penyelesaian numerik menggunakan ODE45 menghasilkan kurva suhu internal yang lebih halus, sambil tetap mengikuti pola suhu luar. Penggunaan MATLAB GUI membuat proses input data, visualisasi hasil, serta kategori suhu berdasarkan warna menjadi lebih mudah. Secara keseluruhan, studi ini berhasil menggabungkan pemodelan matematis, interpolasi numerik, penyelesaian ODE45, dan antarmuka GUI ke dalam satu sistem yang efisien untuk menjelaskan dinamika perubahan suhu lingkungan sehari-hari. Hasil dari pembahasan ini secara keseluruhan menunjukkan bahwa kombinasi interpolasi linier, penyelesaian numerik ODE45, dan antarmuka GUI MATLAB mampu menciptakan sebuah sistem pemodelan suhu yang menyeluruh, informatif, dan representatif terhadap dinamika perubahan suhu lingkungan.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Widiya

Sains dan Teknologi, Ilmu Komputer, Universita Islam Negeri Sumatera Utara

Email: widiawidia856@gmail.com

PENDAHULUAN

Perkembangan sains dan teknologi di zaman modern mengharuskan adanya metode analitis yang dapat menggambarkan perilaku sistem dengan lebih tepat, efisien, dan teratur. Salah satu cara yang paling umum digunakan adalah melalui pemodelan dan simulasi, di mana realitas fenomena diubah menjadi model matematis yang dapat dianalisis dan diuji tanpa harus melakukan eksperimen secara langsung di lapangan. Pemodelan memberikan kerangka konseptual yang membantu pemahaman mengenai dinamika suatu sistem, sementara simulasi memungkinkan para peneliti untuk menjalankan model dalam berbagai situasi guna mendapatkan gambaran perilaku sistem secara dinamis. Metode ini sangat berguna di banyak bidang seperti teknik, fisika, biologi, lingkungan, ekonomi, dan komputasi ilmiah, terutama pada sistem-sistem kompleks yang sulit yang diuji secara empiris.

Suhu sekitar adalah aspek krusial dalam bidang atmosfer, klimatologi, teknik lingkungan, dan berbagai penelitian fisika yang berkaitan dengan perpindahan panas. Perubahan suhu dipicu oleh sejumlah faktor, termasuk radiasi matahari, pola angin, keberadaan

awan, tingkat kelembapan, sifat permukaan tanah, serta kondisi geografis di lokasi pengukuran. Pola perubahan suhu yang berlangsung selama satu hari mengikuti irama alami yang dipengaruhi oleh rotasi planet dan fluktuasi intensitas sinar matahari. Memahami perubahan ini adalah elemen penting dalam berbagai studi lingkungan.

Namun, suhu tidak berubah dengan cara yang linier, perubahan suhu adalah akibat dari interaksi bersamaan beberapa faktor lingkungan yang selalu berubah. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan matematis untuk memahami dan meramalkan bagaimana suhu bervariasi seiring waktu. Salah satu metode yang umum digunakan adalah model sistem dinamik, di mana perubahan suhu digambarkan sebagai persamaan diferensial yang bisa dianalisis dan disimulasikan secara numerik.

MATLAB, yang juga dikenal sebagai Laboratorium Matriks, merupakan program yang sangat efektif dalam melakukan perhitungan matematika dan simulasi sistem. ODE45 adalah alat numerik yang menggunakan metode Runge-Kutta dengan orde 4-5, dan sering dipakai untuk menyelesaikan persamaan diferensial yang tidak kaku. Untuk memanfaatkan solver ini, masukan yang diberikan harus dalam bentuk kontinyu terhadap waktu, sedangkan data suhu luar sering kali merupakan data diskrit hasil pengamatan. Oleh karena itu, interpolasi diterapkan untuk memperhalus data yang bersifat diskrit tersebut.

Agar riset ini dapat dimanfaatkan oleh masyarakat umum dan mahasiswa, antarmuka berbasis GUI di MATLAB dirancang untuk mempermudah proses pengisian data, menjalankan simulasi, dan menampilkan hasil secara grafis tanpa harus menggunakan Command Window. Antarmuka ini juga menunjukkan kategori suhu berdasarkan input yang diberikan, sehingga pengguna dapat dengan cepat memahami pola suhu. Dengan menggabungkan empat elemen sistem dinamis, solver ODE45, interpolasi linier, dan antarmuka GUI di MATLAB, penelitian ini memberikan kontribusi berupa sistem simulasi suhu yang sederhana tetapi menyeluruh, mudah dioperasikan, dan sesuai untuk tujuan akademik.

KAJIAN PUSTAKA

1. Sistem Dinamik

Sistem dinamik merupakan suatu model matematis yang menunjukkan bagaimana variabel berubah seiring berjalannya waktu, biasanya dalam bentuk persamaan diferensial biasa. Dalam hal ini, berkaitan dengan suhu, model sistem dinamik diterapkan untuk menganalisis keterkaitan antara suhu saat ini dan variasi suhu yang dipengaruhi oleh lingkungan dan sumber panas. Dalam sistem dinamik, terdapat dua konsep utama yaitu:

- a. Stok: elemen yang menyimpan nilai, contohnya suhu suatu benda.
- b. Aliran: elemen yang menyebabkan perubahan pada stok, seperti proses pemanasan dan pendinginan.

Model suhu lingkungan dalam kajian ini menggunakan model sistem dinamis linier yang sederhana agar dapat dianalisis dengan mudah serta digunakan dalam simulasi.

2. MATLAB GUI

MATLAB GUI adalah antarmuka berbasis visual yang memungkinkan pengguna untuk melakukan simulasi tanpa perlu menulis kode. Elemen utama dalam GUI ini mencakup kolom untuk memasukkan suhu luar, tombol yang digunakan untuk menjalankan simulasi, grafik yang menampilkan hasil suhu, serta indikator yang menunjukkan kategori suhu. Keunggulan dari MATLAB terletak pada kemampuannya dalam menangani operasi matriks yang rumit, koleksi fungsi yang luas, serta kemudahan dalam memodelkan sistem menggunakan persamaan diferensial. Di samping itu, MATLAB juga dilengkapi dengan berbagai toolbox yang mendukung analisis berbagai disiplin ilmu, seperti Control System Toolbox, Simulink, Optimization Toolbox, dan ODE Suite, yang sangat membantu dalam menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan dinamika waktu. Graphical User Interface (GUI) merupakan cara

bagi pengguna untuk berinteraksi dengan perangkat lunak menggunakan elemen visual seperti tombol, menu, kotak teks, grafik, dan panel. GUI diciptakan sebagai alternatif bagi antarmuka berbasis teks (Command Line Interface/CLI) yang mengharuskan pengguna memiliki pengetahuan tentang sintaks tertentu, sehingga memungkinkan mereka untuk menggunakan aplikasi tanpa harus menguasai bahasa pemrograman secara mendetail. GUI memudahkan dalam proses belajar dan analisis karena pengguna dapat melihat hasil langsung dari masukan yang diberikan.

3. ODE45

ODE45 adalah sebuah algoritma yang sangat terkenal dan sering dipakai. ODE45 berfungsi sebagai penyelesaian numerik yang didasarkan pada metode Runge-Kutta tingkat 4 dan 5 untuk menangani persamaan diferensial non-stiff. Metode ini bersifat adaptif, yang berarti bahwa ukuran langkah dapat disesuaikan secara otomatis untuk menjaga akurasi hasil tanpa menambah beban komputasi secara besar. Beberapa keunggulannya mencakup stabilitas yang tinggi serta kemampuan untuk beradaptasi dalam menentukan panjang langkah integrasi. ODE45 digunakan untuk menyelesaikan persamaan. Persamaan diferensial biasa (ODE) secara umum dituliskan sebagai: Rumus persamaan diferensial untuk perubahan suhu (T) terhadap waktu yaitu: Solver ini berfungsi untuk mensimulasikan temperatur lingkungan, persamaan ini dipakai untuk menggambarkan dinamika variasi temperatur suatu objek atau sistem yang terpengaruh oleh suhu lingkungan yang dapat berfluktuasi seiring berjalannya waktu. $\text{Text}(t)-T$) mempunyai kecepatan transfer panas yang sebanding dengan selisih temperatur, sesuai hukum perpindahan newton mendapatkan panas ekstra atau menghasilkan panas dari dalam dan Q (heat generation).

4. Simulasi Suhu

Simulasi suhu adalah metode komputasi yang dipakai untuk menggambarkan perubahan suhu suatu sistem baik dari segi waktu maupun ruang, berdasarkan parameter fisik tertentu. Pada intinya, tujuan simulasi suhu adalah untuk menunjukkan dinamika transfer panas yang terjadi dalam suatu lingkungan, objek, atau proses. Proses transfer panas dapat dipengaruhi oleh berbagai mekanisme seperti konduksi, konveksi, dan radiasi, serta oleh faktor eksternal seperti keadaan lingkungan, jenis material, dan sumber panas. Dengan menggunakan simulasi suhu, peneliti bisa meramalkan perilaku termal dari suatu sistem tanpa harus melakukan eksperimen di laboratorium yang biasanya memerlukan biaya, waktu, dan sumber daya yang signifikan. Simulasi suhu bertujuan untuk meramalkan perubahan suhu berdasarkan parameter fisik tertentu. Model suhu dalam studi ini memakai pemanasan konstan Q dan transfer panas dengan nilai k yang tidak berubah.

5. Interpolasi

Interpolasi linier menghubungkan data diskrit dengan menggunakan garis lurus. Metode ini dimanfaatkan agar data suhu eksternal yang diskrit dapat diterapkan dalam ODE45 sebagai fungsi yang terus menerus. Interpolasi sangat penting untuk mengisi kekurangan data, merapikan data eksperimen yang terlihat acak, dan membantu dalam menghasilkan kurva atau permukaan yang mencerminkan fenomena yang sebenarnya. Ketika pengukuran langsung sulit atau memerlukan biaya tinggi pada setiap titik, interpolasi menjadi solusi yang efisien untuk memperkirakan nilai di antara data yang ada dengan tingkat presisi yang dapat disesuaikan.

METODE PENELITIAN

Sebelum menjelaskan metode penelitian, ada beberapa tahapan yang perlu ditempuh terlebih dahulu. Rangkaian proses tersebut telah digambarkan secara terstruktur melalui flowchart yang ada, sehingga dapat memberikan wawasan awal mengenai langkah-langkah

kerja penelitian secara menyeluruh.

A. Model ODE (Model suhu)

Rumus persamaan diferensial untuk perubahan suhu (T) terhadap waktu yaitu:

Keterangan variabel dan parameter:

- T : suhu internal
- T_ext: suhu eksternal yang diinterpolasi
- K=0.05 : koefisien perpindahan panas
- Q=0.3 : sumber panas konstan
- T0=25 : suhu awal
- Tspan= : [0 24]

B. Interpolasi perkiraan suhu eksternal

Input:

Senin : 24 24 25 26 26 27 27 26
Selasa : 24 24 25 26 26 27 27 26
Rabu : 25 25 26 26 27 27 27 26
Kamis : 24 24 24 26 28 27 27 26
Jumat : 24 24 24 26 28 27 27 26
Sabtu : 24 24 24 26 28 28 27 26
Minggu : 25 25 24 27 27 29 28 26 }

Menghasilkan 8 titik diskrit sepanjang waktu 0-23 jam. Interpolasi dilakukan 3 jam sekali dengan: matlab T_ext=interp1(time_data, T_ext_data, t, „linear“, „extrap“).

C. Solver ODE45

Kode: “Matlab”

Hasilnya berupa kurva suhu yang rata, ODE45(@t,T) modelSuhu(. . .), tspan, T0), ode45 memerlukan tiga komponen:

1. Fungsi ODE → menggambarkan perubahan dT/dt → di sini fungsinya adalah modelSuhu
2. Rentang waktu (tspan) → periode mulai hingga periode akhir simulasi
3. Nilai awal (T0) → suhu awal pada waktu t0

D. MATLAB GUI menampilkan:

- Input suhu,
- Tombol simulasi,
- Grafik suhu (0–23 jam),
- Titik suhu eksternal berwarna,
- Kategori suhu.

E. Alur sistem suhu eksternal

1. Pengguna menginput informasi suhu,
2. Informasi tersebut diubah menjadi time_data,
3. Proses interpolasi dilakukan,
4. ODE45 digunakan untuk menyelesaikan,
5. Grafik tersedia untuk dilihat,
6. Klasifikasi suhu dihitung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan hasil dari data yang akan kita buat, terlebih dahulu kita buat datasetnya menggunakan perkiraan cuaca yang dihitung setiap 3 jam setelahnya.

Tabel 1. Tabel Data Suhu Eksternal (7 hari)

Hari,	Waktu dan suhu							
Senin,24 November 2025	00.00 =24C	03.00 =24C	06.00 =25C	09.00 =26C	12.00 =26C	15.00 =27C	18.00 =27C	21.00 =26C
Selasa,25 November 2025	00.00 =24C	03.00 =24C	06.00 =25C	09.00 =26C	12.00 =26C	15.00 =27C	18.00 =27C	21.00 =26C
Rabu,26 November 2025	00.00 =25C	03.00 =25C	06.00 =26C	09.00 =26C	12.00 =27C	15.00 =27C	18.00 =27C	21.00 =26C
Kamis,27 November 2025	00.00 =24C	03.00 =24C	06.00 =24C	09.00 =26C	12.00 =28C	15.00 =27C	18.00 =27C	21.00 =26C
Jumat,28 November 2025	00.00 =24C	03.00 =24C	06.00 =24C	09.00 =26C	12.00 =28C	15.00 =27C	18.00 =27C	21.00 =26C
Sabtu,29 November 2025	00.00 =24C	03.00 =24C	06.00 =24C	09.00 =26C	12.00 =28C	15.00 =28C	18.00 =27C	21.00 =26C
Minggu,30 November 2025	00.00 =25C	03.00 =25C	06.00 =24C	09.00 =27C	12.00 =27C	15.00 =29C	18.00 =28C	21.00 =26C

1. Berdasarkan data suhu eksternal, kita menemukan pola berikut:

- Pagi: 24–25°C
- Siang: 26–29°C
- Sore: 27°C
- Malam: 26°C

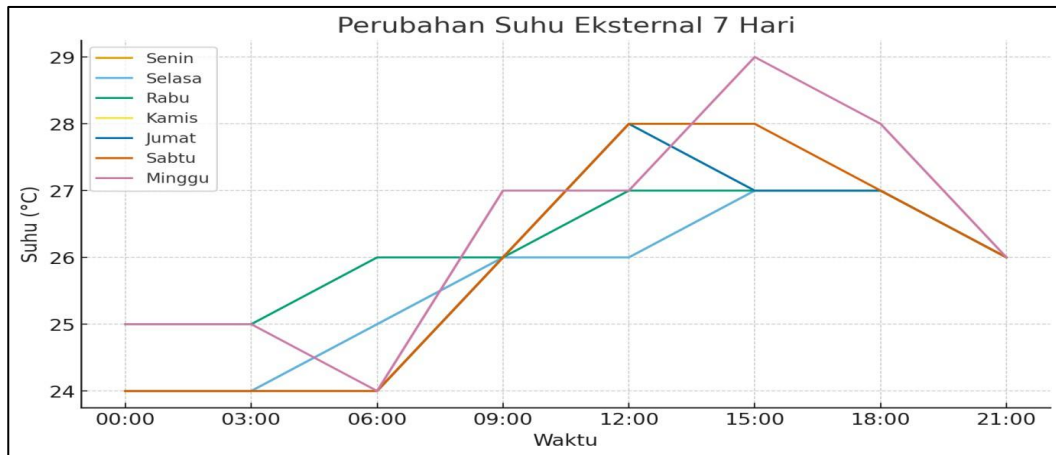
8 pengukuran suhu setiap hari (setiap 3 jam), metode interpolasi linier menghasilkan kurva suhu harian yang halus dan terus menerus dari jam 0 hingga jam 23. Pola suhu luar dalam dataset menunjukkan peningkatan bertahap dari pagi ke siang, dengan suhu mencapai titik tertinggi menjelang sore, lalu menurun menuju malam, yang mencerminkan pola harian radiasi matahari. Suhu internal yang dihasilkan oleh ODE45 memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Tidak serta-merta mengikuti perubahan suhu luar → adanya dampak inersia termal
- Nilai $T(t)$ lebih konsisten dibandingkan dengan T_{ext} (dampak interpolasi + ODE45)
- Meningkat saat T_{ext} naik, dan menurun ketika T_{ext} turun

Perbandingan antara keduanya menunjukkan bahwa suhu internal selalu lebih stabil, tidak pernah secara tiba-tiba melebihi puncak T_{ext} , dengan perbedaan paling signifikan terjadi pada perubahan suhu yang cepat, sekaligus model termodinamika berfungsi sesuai dengan teori, yakni mendekati T_{ext} secara bertahap. Model ini sah, sebab grafik suhu internal mengikuti pola umumnya dari suhu eksternal meskipun tidak identik, yang merupakan salah satu tanda dari model perpindahan panas yang akurat.

2. Hasil kurva simulasi ODE45 berdasarkan kode: $Dt/dt = k*(T_{ext} - T) + Q$

- $K = 0.05$
- $Q = 0.3$
- $T_0 = 25$



Gambar 1. Hasil Kurva suhu eksternal

Kurva $T(t)$ yang ditampilkan menunjukkan perubahan suhu di dalam yang terjadi dengan lancar dan stabil, tanpa adanya lonjakan karena metode ODE45 yang adaptif. Suhu internal selalu sedikit lebih tinggi dibandingkan suhu eksternal (karena $Q = 0.3$), dengan respon yang lambat karena nilai k yang kecil dan titik suhu eksternal (biru-hijau-merah) sesuai dengan klasifikasi cuaca harian. Tampilan GUI memperlihatkan garis ODE45 yang mewakili suhu internal dari simulasi dan titik berwarna yang menunjukkan suhu eksternal yang sebenarnya. Karakteristik kurva hasil ODE45:

- Halus dan terus menerus karena ODE45 menerapkan metode Runge-Kutta yang dapat disesuaikan
- Suhu di dalam tidak berubah secara mendadak, melainkan mengikuti pola T_{ext}
- Terdapat delay termal: suhu di dalam tidak langsung meningkat saat suhu luar bertambah
- Kurva selalu sedikit lebih tinggi dibanding suhu luar karena pengaruh $Q=0.3$

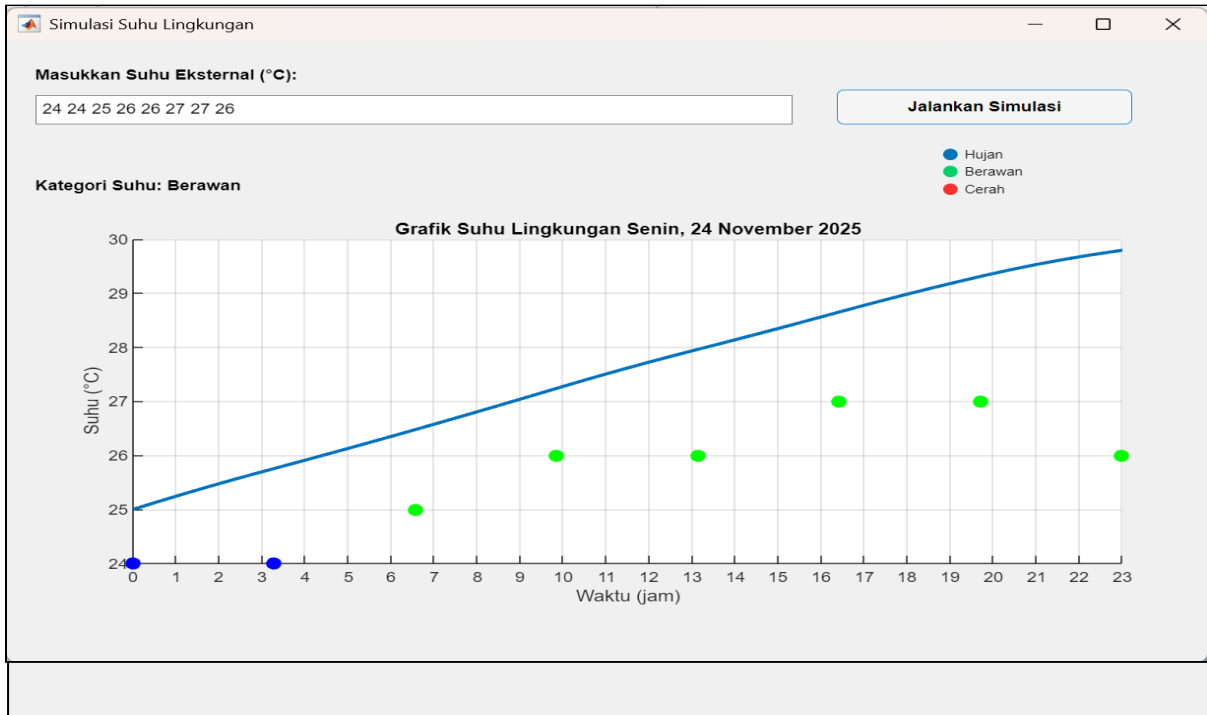
3. GUI menggunakan tiga warna untuk menggambarkan kategori cuaca:

- Biru = Hujan / Dingin ($\leq 24^{\circ}\text{C}$)
- Hijau = Berawan / Sedang ($24-30^{\circ}\text{C}$)
- Merah = Cerah / Panas ($> 30^{\circ}\text{C}$)

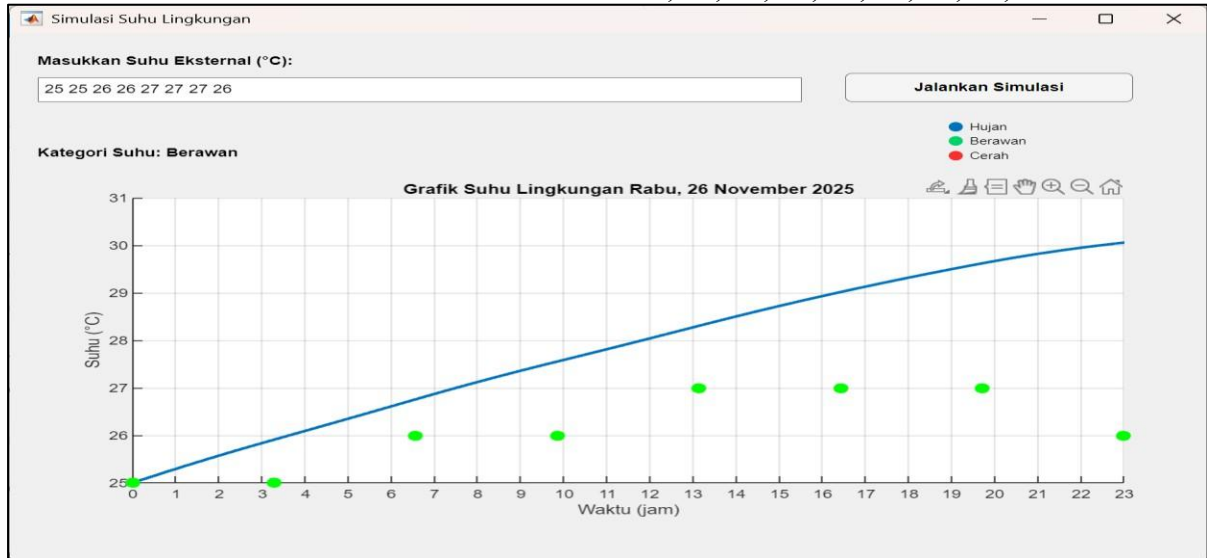
Analisis warna memperlihatkan temperatur luar yang ditandai dengan warna sesuai

klasifikasi, sehingga pengguna dapat dengan mudah memahami keadaan cuaca pada setiap jam. Visualisasi ini memungkinkan perbandingan langsung antara tren temperatur luar dengan kurva ODE45. Selain itu, antarmuka pengguna sangat intuitif dan mudah dimengerti tanpa harus menganalisis angka secara mendetail, sementara penggunaan warna berhasil menambah nilai informatif pada grafik.

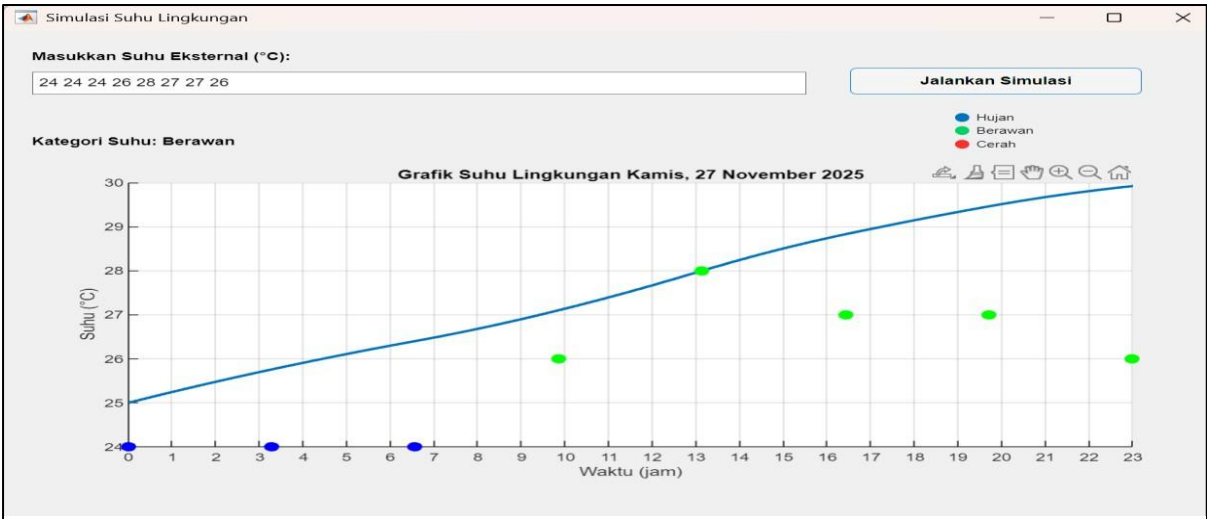
Gambar 1.3 Hasil suhu eksternal senin, 24, 24, 25, 26, 26, 27, 27, 26



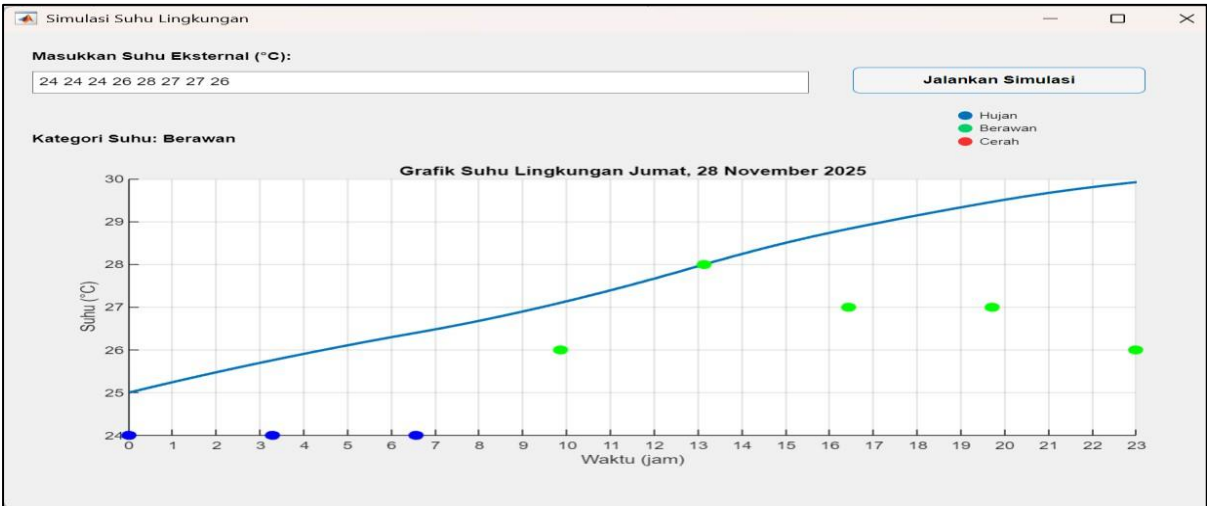
Gambar 1.4 Hasil suhu eksternal Selasa, 24, 24, 25, 26, 26, 27, 27, 26



Gambar 1.5 Hasil suhu eksternal Rabu, 25, 25, 26, 26, 27, 27, 27, 26



Gambar 1.6 Hasil suhu eksternal kamis, 24, 24, 24, 26, 28, 27, 27, 26



Gambar 1.7 Hasil suhu eksternal jumat, 24, 24, 24, 26, 26, 27, 27, 26



Gambar 1.8 Hasil suhu eksternal sabtu, 24, 24, 24, 26, 28, 28, 27, 26



Gambar 1.9 Hasil suhu eksternal minggu, 25, 25, 24, 27, 27, 29, 28, 26

Analisis kategori suhu rata-rata GUI menghitung dengan rumus: $Kategori = F$ (rata-rata suhu eksternal)

Kurva ini ideal untuk menjelaskan sistem termal fisik (ruangan atau objek) yang mengalami pemanasan ringan yang konstan.

Kategori cuaca otomatis:

- $\leq 24 \rightarrow$ Dingin / Hujan
- $24-30 \rightarrow$ Sedang / Berawan
- $> 30 \rightarrow$ Panas / Cerah

Karena dataset rata-rata suhu harian berada di antara 24 dan 27°C , kategori GUI suhu rata-rata sesuai dengan dataset tersebut. Antara 24°C dan 27°C , kategori GUI suhu rata-rata sesuai dengan kumpulan data yaitu: Berawan/Sedang. Tetap tergolong dalam kategori Sedang karena suhu rata-rata tidak melebihi 24°C atau 30°C .

4. Pengaruh parameter k dan Q

- $k (0.05) \rightarrow$ semakin kecil, respon semakin lambat
- $Q(0.3) \rightarrow$ membuat suhu internal cenderung lebih hangat
- jika $Q = 0$, kurva $T(t)$ akan lebih mendekati T_{ext}
- Jika k diperbesar \rightarrow kurva internal lebih cepat mengikuti external
- Jika Q diubah \rightarrow kurva bisa naik lebih tinggi atau lebih rendah

5. kesesuaian Model dengan fenomena nyata. Model μ Newton cooling ini cocok untuk :

- ruang/benda yang menerima panas eksternal
- ruangan dengan sumber panas kecil (Q)
- perubahan suhu harian yang lambat.

Validasi perilaku sistem dinamik, berdasarkan hasil simulasi dan karakter grafik yaitu sistem menunjukkan dinamika termal yang realistis, respons inside mengikuti eksternal dengan perlambatan (sesuai teori perpindahan panas), tidak muncul osilasi, divergensi, atau blunder perilaku numeric, ODE45 memberikan solusi stabil untuk durasi 24 stick dan Interpolasi linier terbukti tidak menghasilkan distorsi pada grafik. Secara keseluruhan, demonstrate ini substantial, karena:

- Input \rightarrow Interpolasi \rightarrow ODE45 \rightarrow Output berlangsung konsisten
- Kurva inside tidak bertentangan dengan fenomena fisik
- Kategori suhu muncul tepat sesuai information

d. Menegaskan bahwa sistem simulasi yang di bangun berfungsi dengan baik

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menyusun dan mengaplikasikan sebuah model sistem dinamis untuk menggambarkan perubahan suhu lingkungan setiap hari dengan menggunakan persamaan diferensial orde satu yang menjelaskan hubungan antara suhu luar dan respons suhu dalam. Data suhu luar yang awalnya terdiri dari delapan titik diskrit setiap tiga jam berhasil diubah menjadi fungsi kontinu melalui metode interpolasi linier, sehingga bisa digunakan sebagai input untuk solver numerik MATLAB ODE45. Penggunaan metode ODE45 menunjukkan kinerja yang konsisten dan tepat dalam menyelesaikan model termal, menghasilkan kurva suhu dalam yang halus dan mengikuti pola perubahan suhu luar secara konsisten. Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa suhu dalam berubah secara bertahap sebagai dampak dari pengaruh koefisien perpindahan panas (k) dan sumber panas tetap (Q). Ciri ini mencerminkan sifat fisik sistem termal yang memiliki kapasitas panas dan tidak merespons perubahan lingkungan secara langsung. Kurva suhu dalam selalu mengikuti kecenderungan umum suhu luar, namun dengan amplitudo yang lebih rendah dan respons yang tertunda, sehingga mengindikasikan bahwa model yang digunakan memiliki validitas dinamis yang cukup baik.

Penerapan MATLAB GUI dalam studi ini memberikan kontribusi besar terhadap interaktivitas dan kemudahan dalam penggunaan. GUI memungkinkan proses penginputan data, pelaksanaan simulasi, serta penyajian hasil dalam bentuk grafik yang dilengkapi dengan pewarnaan kategori suhu. Fitur ini tidak hanya meningkatkan kejelasan visual, tetapi juga memperkaya pemahaman terhadap fenomena termal yang disimulasikan. Selain itu, penentuan kategori suhu rata-rata dalam hasil visualisasi memperkuat analisis terhadap kondisi termal harian berdasarkan data yang diberikan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi interpolasi linier, penyelesaian numerik ODE45, dan antarmuka GUI MATLAB mampu menciptakan sebuah sistem pemodelan suhu yang menyeluruh, informatif, dan representatif terhadap dinamika perubahan suhu lingkungan. Sistem yang dikembangkan menunjukkan karakteristik stabilitas, keakuratan, dan kesesuaian perilaku dengan fenomena termofisika, sehingga dapat dijadikan dasar untuk penelitian lebih lanjut maupun untuk aplikasi edukatif yang berkaitan dengan pemodelan suhu dan sistem dinamik berbasis MATLAB.

DAFTAR PUSTAKA

- Abusaloua, A., Alkhenjari, E., & Abeid, M. (2021). Matlab ODE solver for kinetic modelling and simulation of Claus process reactions. *Journal of Alasmarya University: Basic and Applied Sciences*, 6(5), 736–739.
- Afiatun, E., Yustiani, Y.M., Hasbiah, A.W., Noverando, R. (2023). Konsep pendekatan metode dinamika sistem dalam menentukan pengaruh variabel iklim terhadap ketersediaan air di kota bandung. *INFOMATEK: Jurnal Informatika, Manajemen dan Teknologi*. 25(2). 97-104.
- Algwauish, G. M., Hammodat, A. A., & Saleem, H. D. (2023). A numerical simulation of convection and conduction heat transfer for a fluid in a porous medium. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 16(2), 833–846.
- Filipov, S.M., Hristov, J. Avdzhieva, A. Farago, I. (2023). A Coupled PDE-ODE Model for Nonlinear Transient Heat Transfer with Convection Heating at the Boundary: Numerical Solution by Implicit Time Discretization and Sequential Decoupling. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. 1-22.

- Horsfall, I.T., Ndukwu, M.C., Abam, F.I., Olatunji, O.M., Ojong, O.E., Aria, K.O. (2021). Validation of MATLAB algorithm to implement a two-step parallel pyrolysis model for the prediction of maximum %char yield. Springer : Chemical Engineering. 1-11.
- Kiss, G. R., Horváth, M., & Szánthó, Z. (2025). MATLAB Simulink-based modelling and performance analysis of district heating substations for renewable energy integration. *Energies*, 18(9), 2370.
- Makhfudz, N., Susilowati, E., & Aspriyani, R. (2023). Implementasi Fuzzy Inference System (FIS) tipe Mamdani dan Sugeno untuk prakiraan cuaca menggunakan MATLAB. *Jurnal Teknologika*, 13(1), 52–62.
- Putra, A.W.S., Gusriani, P., Noor, D.M.M. (2024). Sistem dinamik model perubahan suhu di media terisolasi pada termos air panas. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. 1(2). 57-66.
- Safitri, A. I. (2025). Studi fluktuasi suhu harian di sekaran, semarang berbasis analisis data python. *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*. 7(10), 1-12.
- Susnik, J., & Mellios, N. (2025). The historical role of system dynamics modelling in understanding and supporting integrated natural resource management. *Cambridge Prisms: Water*, 3, e6, 1–18.
- Swarinoto, Y. S., & Sugiyono. (2011). Pemanfaatan suhu udara dan kelembapan udara dalam persamaan regresi untuk simulasi prediksi total hujan bulanan di Bandar Lampung. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 12(3), 271–281.
- Zefanya, J. A., Putra, M. R. A. R., Febrita, S., Asyrafina, T., & Khairunnisa, Z. (2024). Analisis spasial temporal suhu permukaan udara di Universitas Indonesia dan Fakultas Ilmu Budaya. *Geosfera: Jurnal Penelitian Geografi (GeoJPG)*, 3(1), 26–37.