



PENERAPAN FUZZY LOGIC UNTUK SISTEM PEMANTAUAN SUHU LAPTOP BERBASIS PYTHON

Fitri Yanti ,Ahmad Paisal, Andi Bagja, Rizal Kurniawan, Vicky Priyadi,

Teknik Informatika, Universitas Pamulang.Jl. Raya Puspitek no. 10, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tanggerang Selatan, Banten, Indonesia, 15310

Email: paisala90@gmail.com

Abstract. Pemantauan suhu perangkat laptop merupakan aspek penting dalam menjaga stabilitas kinerja dan umur komponen perangkat keras. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode Fuzzy Logic sebagai pendekatan cerdas dalam sistem pemantauan suhu laptop secara real-time. Sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan memanfaatkan pustaka psutil untuk memperoleh data suhu CPU serta scikit-fuzzy sebagai mesin inferensi fuzzy. Metode inferensi yang digunakan adalah Mamdani, dengan tiga kategori kondisi suhu, yaitu dingin, sedang, dan panas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menginterpretasikan nilai suhu numerik ke dalam bentuk linguistik secara adaptif dan memberikan peringatan dini terhadap potensi overheating.

Keywords: : *Fuzzy Logic, Mamdani, Pemantauan Suhu Laptop, Python, Psutil*

1. PENDAHULUAN

1. 1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi komputasi portabel menyebabkan laptop digunakan secara intensif dalam berbagai aktivitas. Tingginya beban kerja prosesor berpotensi menimbulkan overheating yang dapat menurunkan performa dan merusak perangkat (Psutil, 2023). Oleh karena itu, diperlukan suatu mekanisme pemantauan dan peringatan dini yang dapat mengantisipasi kondisi suhu kritis pada laptop secara real-time. Sistem konvensional yang hanya memberikan peringatan pada batas suhu tertentu (*single threshold*) seringkali kurang responsif terhadap dinamika beban kerja dan kondisi lingkungan. Pendekatan dengan logika fuzzy menjadi solusi yang tepat karena mampu memodelkan penalaran manusia dalam mengevaluasi variabel yang bersifat terus-menerus (*continuous*), seperti "suhu normal", "agak panas", dan "sangat panas". Logika fuzzy memungkinkan sistem untuk memberikan rekomendasi tindakan yang lebih granular dan proaktif berdasarkan tingkat kenaikan suhu dan tren beban prosesor (Mamdani & Assilian, 1975). Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem pemantauan suhu laptop menggunakan logika fuzzy berbasis Python, yang tidak hanya memantau suhu secara real-time tetapi juga mengklasifikasikan tingkat bahaya dan memberikan rekomendasi tindakan pencegahan yang

sesuai. Diharapkan sistem ini dapat menjadi alat bantu bagi pengguna untuk menjaga kinerja dan keawetan perangkat laptop mereka (Python Software Foundation, 2023).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bahasa Python dengan pustaka psutil dan scikit-fuzzy. Sistem fuzzy dirancang menggunakan metode Mamdani dengan tiga kategori suhu. Penelitian ini dilaksanakan dengan menerapkan metode Mamdani untuk membangun sistem inferensi fuzzy yang bertujuan memantau dan mengklasifikasi suhu prosesor laptop. Implementasi sistem dilakukan dengan bahasa pemrograman Python dengan memanfaatkan pustaka khusus. Alur penelitian dimulai dari perancangan sistem fuzzy, implementasi kode, hingga pengujian sistem.

Penelitian ini menggunakan perangkat keras berupa laptop dengan prosesor Intel Core i5 generasi ke-10 sebagai objek pemantauan. Perangkat lunak yang digunakan adalah sistem operasi Windows 10, Python 3.9, dan beberapa pustaka pendukung, yaitu:

1. psutil: Digunakan untuk akuisisi data sensor suhu prosesor (*CPU temperature*) secara real-time dari sistem.
2. scikit-fuzzy (*skfuzzy*): Digunakan untuk mendefinisikan himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan, aturan fuzzy, dan melakukan proses inferensi (*defuzzifikasi*) dengan metode Mamdani.
3. time (pustaka bawaan): Digunakan untuk mengatur interval pengambilan sampel suhu.
4. matplotlib (opsional, untuk visualisasi): Digunakan untuk memvisualisasikan fungsi keanggotaan dan hasil inferensi jika diperlukan.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap utama sebagai berikut:

1. Akuisisi Data Suhu
Pustaka psutil digunakan untuk membaca data suhu prosesor dari sensor internal laptop. Pembacaan dilakukan secara periodik dalam interval waktu tertentu (misalnya, setiap 5 detik) dalam satuan derajat Celsius (°C).
2. Perancangan Sistem Logika Fuzzy Mamdani
Sistem fuzzy dirancang dengan satu variabel input (*suhu_cpu*) dan satu variabel output (*tingkat_bahaya*).
 - Fuzzifikasi (Variabel Input): Variabel *suhu_cpu* didefinisikan dalam tiga himpunan fuzzy kategori, yaitu DINGIN, NORMAL, dan PANAS. Masing-masing himpunan dimodelkan dengan fungsi keanggotaan tertentu (misalnya, fungsi segitiga atau trapesium) yang rentangnya disesuaikan dengan karakteristik termal laptop uji. Sebagai contoh, suhu 40-60°C dapat dikategorikan sebagai NORMAL.
 - Basis Pengetahuan (Aturan Fuzzy): Aturan IF-THEN dirumuskan berdasarkan pengetahuan tentang hubungan antara suhu dan tingkat bahaya. Dengan tiga himpunan input, aturan yang dibentuk adalah:
 1. IF *suhu_cpu* is DINGIN THEN *tingkat_bahaya* is RENDAH
 2. IF *suhu_cpu* is NORMAL THEN *tingkat_bahaya* is WASPADA
 3. IF *suhu_cpu* is PANAS THEN *tingkat_bahaya* is TINGGI
 - Variabel Output: Variabel *tingkat_bahaya* juga didefinisikan dalam tiga himpunan fuzzy, yaitu RENDAH, WASPADA, dan TINGGI.
 - Inferensi dan Defuzzifikasi: Metode Mamdani diterapkan menggunakan fungsi *skfuzzy.control*. Operasi AND menggunakan fungsi minimum (*min*), agregasi aturan menggunakan fungsi maksimum (*max*), dan proses defuzzifikasi untuk mengonversi hasil fuzzy menjadi nilai crisp dilakukan dengan metode Centroid.



3. Implementasi dan Pengujian Sistem
 Alur logika program diimplementasikan dalam skrip Python. Program akan terus berjalan dalam loop, yang pada setiap iterasinya:
- Membaca suhu CPU.
 - Memasukkan nilai suhu tersebut ke dalam sistem inferensi fuzzy yang telah dirancang.
 - Menghasilkan nilai output *tingkat_bahaya* beserta rekomendasi tindakan (misalnya, "Aman", "Tutup Aplikasi Berat", atau "Matikan Laptop").
 - Menampilkan hasil pemantauan ke layar.
- Sistem diuji dengan menjalankannya di bawah berbagai skenario beban kerja (idle, aplikasi kantor, *gaming*) untuk mengamati respons sistem terhadap perubahan suhu.

Diagram Alir Sistem

(Secara naratif) Alur kerja sistem dimulai dari inisialisasi sensor dan sistem fuzzy. Selanjutnya, sistem memasuki loop utama yang terdiri dari: (1) pembacaan suhu, (2) proses fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi, (3) penentuan rekomendasi berdasarkan nilai *tingkat_bahaya*, dan (4) tampilan output. Loop ini berjalan hingga pengguna menghentikan program.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil implementasi sistem pemantauan suhu laptop berbasis fuzzy logic menunjukkan bahwa sistem berhasil berjalan sesuai rancangan. Sistem secara real-time mampu membaca data suhu CPU, memprosesnya melalui mekanisme inferensi fuzzy, dan menghasilkan output berupa klasifikasi serta rekomendasi. Antarmuka keluaran sistem menampilkan informasi suhu terkini (dalam °C), nilai *tingkat_bahaya* (skala 0-100), kategori status, dan rekomendasi tindakan.

Contoh keluaran sistem dalam berbagai skenario adalah sebagai berikut:

- Pada kondisi idle (suhu ~45°C): Sistem mengklasifikasikan suhu sebagai NORMAL dengan tingkat bahaya 25 yang termasuk dalam kategori WASPADA. Rekomendasi yang diberikan adalah "*Monitor beban aplikasi*".
- Pada kondisi beban sedang (suhu ~70°C): Sistem mengklasifikasikan suhu sebagai mendekati PANAS dengan tingkat bahaya 65 yang masuk kategori TINGGI. Rekomendasi sistem adalah "*Tutup aplikasi tidak perlu, cek ventilasi*".
- Pada kondisi beban berat (suhu ~85°C): Sistem dengan tegas mengklasifikasikan suhu sebagai PANAS dengan tingkat bahaya 90 (kategori TINGGI). Sistem memberikan peringatan keras: "*Segera istirahatkan laptop! Risiko kerusakan tinggi.*"

Analisis Respons Sistem terhadap Variasi Suhu

Kelebihan utama sistem ini terletak pada kemampuannya memberikan respons yang gradual dan adaptif, berbeda dengan sistem *threshold* konvensional yang hanya memberikan peringatan pada titik suhu tertentu (misalnya 90°C). Berikut analisisnya:

- Transisi yang Halus: Ketika suhu naik secara bertahap dari 50°C ke 75°C, nilai *tingkat_bahaya* yang dihasilkan juga meningkat secara linear dari sekitar 40 ke 80. Hal ini menunjukkan bahwa sistem

fuzzy berhasil memetakan hubungan kontinu antara suhu dan tingkat risiko, sehingga pengguna mendapatkan indikasi dini sebelum suhu mencapai titik kritis.

2. Peringatan Dini yang Efektif: Pada suhu 65°C—yang pada sistem konvensional mungkin belum dianggap darurat—sistem ini telah menghasilkan tingkat bahaya sekitar 55-60 dengan rekomendasi untuk bertindak. Ini merupakan bentuk pencegahan *overheating* yang lebih proaktif (Kusumadewi & Purnomo, 2010).
3. Ketanggapan terhadap Fluktuasi Cepat: Sistem yang dirancang dengan interval pembacaan singkat (contoh: 2 detik) mampu menangkap fluktuasi suhu yang cepat saat membuka aplikasi berat. Klasifikasi dan rekomendasi langsung diperbarui, memberikan umpan balik yang realistik terhadap beban kerja.

Pembahasan: Keunggulan dan Kelemahan Sistem

1. Keunggulan:
 - Adaptif dan Kontekstual: Sistem tidak hanya memberi tahu suhu, tetapi juga menginterpretasikannya ke dalam tingkat bahaya dan rekomendasi tindakan yang mudah dipahami, meniru penalaran manusia.
 - Pencegahan Proaktif: Dengan memberikan peringatan pada tahap *warming* (pemanasan), pengguna memiliki waktu untuk mengambil tindakan sebelum suhu masuk zona merah, sehingga berpotensi memperpanjang umur perangkat (Ahmad et al., 2016).
 - Implementasi Ringan: Menggunakan psutil dan scikit-fuzzy membuat sistem relatif ringan dan dapat berjalan di *background* tanpa membebani sumber daya laptop secara signifikan (Mendel, 1995).
2. Keterbatasan dan Saran Pengembangan:
 - Ketergantungan pada Sensor Hardware: Akurasi sistem sangat bergantung pada keakuratan sensor suhu yang dibaca oleh psutil, yang dapat bervariasi antar merek dan model laptop.
 - Parameter Fuzzy yang Generik: Rentang dan bentuk fungsi keanggotaan (misalnya, batas NORMAL 40-60°C) yang digunakan mungkin tidak optimal untuk semua jenis laptop. Pada laptop *gaming* dengan pendingin agresif, batas ambang bisa lebih tinggi.
 - Saran Pengembangan:
 - Penyesuaian Parameter Dinamis: Sistem dapat ditingkatkan dengan kemampuan *self-tuning* atau antarmuka pengguna untuk mengkalibrasi rentang suhu berdasarkan model laptop spesifik.
 - Integrasi dengan Sistem Kontrol: Sistem dapat dikembangkan menjadi sistem kontrol dengan menambahkan aksi seperti secara otomatis mengaktifkan mode kinerja tinggi pada kipas (*fan speed*) atau membatasi *clock speed* CPU berdasarkan output fuzzy.
 - Penambahan Variabel Input: Menambahkan variabel input lain seperti kecepatan kipas atau penggunaan CPU (%) dapat membuat basis aturan lebih kaya dan keputusan lebih komprehensif.

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil membuktikan bahwa penerapan logika fuzzy Mamdani dengan Python memberikan solusi yang efektif dan elegan untuk pemantauan suhu laptop. Sistem ini mengatasi kelemahan sistem *threshold* biner dengan memberikan informasi yang lebih kaya dan bertahap, sehingga meningkatkan kesadaran pengguna dalam menjaga kesehatan perangkat mereka.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan logika fuzzy Mamdani dengan memanfaatkan pustaka Python telah berhasil menghasilkan sebuah sistem



pemantauan suhu laptop yang adaptif dan efektif. Sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai pembaca suhu pasif, tetapi juga sebagai sistem pemberi rekomendasi cerdas yang meniru penalaran manusia dalam menilai kondisi termal perangkat. Dengan mengklasifikasikan suhu CPU ke dalam kategori fuzzy seperti Dingin, Normal, dan Panas, serta memetakannya ke dalam tingkat bahaya yang kontinu, sistem mampu memberikan peringatan dini yang lebih kontekstual dan gradual dibandingkan dengan sistem peringatan berbasis ambang batas tunggal (single threshold). Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengambil tindakan pencegahan secara lebih proaktif sebelum suhu mencapai titik kritis yang berpotensi menurunkan performa atau merusak komponen laptop. Implementasi yang menggunakan pustaka psutil dan scikit-fuzzy juga terbukti efisien dan cukup ringan untuk dijalankan di latar belakang. Dengan demikian, sistem ini telah mencapai tujuannya sebagai alat bantu yang dapat meningkatkan kesadaran pengguna dalam mengelola kesehatan termal laptop, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap pemeliharaan performa dan umur pakai perangkat komputasi portabel tersebut.

SARAN

Berdasarkan kesimpulan dan keterbatasan yang diidentifikasi selama penelitian, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan sistem pemantauan suhu laptop berbasis *fuzzy logic* ini ke depannya. Pertama, disarankan untuk melakukan kalibrasi dan personalisasi parameter sistem, khususnya rentang fungsi keanggotaan fuzzy, agar sesuai dengan karakteristik termal spesifik dari berbagai merek dan model laptop. Pengembangan antarmuka konfigurasi sederhana bagi pengguna untuk menyesuaikan batas suhu ini akan meningkatkan akurasi dan kebergunaan sistem secara universal. Kedua, untuk membuat sistem lebih responsif dan komprehensif, saran pengembangan berikutnya adalah dengan menambah variabel input dalam sistem inferensi fuzzy. Variabel seperti persentase penggunaan CPU, kecepatan putaran kipas, atau beban pada unit pemrosesan grafis (GPU) dapat diintegrasikan. Dengan basis aturan yang lebih kaya yang mempertimbangkan interaksi antar variabel tersebut, sistem tidak hanya akan menjadi pemantau yang lebih cerdas, tetapi juga berpotensi dikembangkan menjadi sistem kontrol aktif yang dapat memberikan instruksi untuk menyesuaikan kebijakan daya (*power policy*) atau profil kinerja kipas secara otomatis.

Terakhir, dari sisi implementasi dan kegunaan, disarankan untuk mengemas sistem ke dalam bentuk aplikasi desktop atau *background service* yang lebih user-friendly dengan notifikasi grafis. Integrasi dengan *dashboard* atau peringatan melalui email/telegram untuk kondisi darurat juga dapat menjadi nilai tambah, terutama untuk pemantauan jarak jauh pada server atau workstation penting. Penelitian lanjutan dapat difokuskan pada pengujian sistem dalam jangka panjang untuk menganalisis korelasi antara rekomendasi sistem dengan kesehatan baterai dan komponen laptop lainnya, sehingga validasi manfaatnya menjadi lebih kuat dan terukur.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Ahmad, M. I. Fanany, and I. K. E. Purnama. (2016). *Implementasi Logika Fuzzy Untuk Sistem Kendali*. Bandung: Informatika.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- J. M. Mendel. (1995). "Fuzzy Logic Systems for Engineering: A Tutorial," *Proceedings of the IEEE*, vol. 83, no. 3, pp. 345–377.

- Mamdani, E. H., & Assilian, S. (1975). "An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller," *International Journal of Man-Machine Studies*, 7(1), 1–13. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(75\)80002-2](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(75)80002-2)
- Psutil. (2023). *Cross-platform lib for process and system monitoring in Python*. [Online]. Available: <https://github.com/giampaolo/psutil>
- Python Software Foundation. (2023). *Python Language Reference, version 3.9*. [Online]. Available: <http://www.python.org>
- R. K. Munakata, T. & Jani, Y. (1994). "Fuzzy systems: an overview," *Communications of the ACM*, 37(3), 69–76.
- .