

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sepatu merupakan salah satu kebutuhan sehari-hari bagi masyarakat modern. Selain berfungsi melindungi kaki dari berbagai kondisi lingkungan, sepatu juga menjadi bagian dari gaya hidup serta mendukung aktivitas sehari-hari, baik dalam olahraga maupun kegiatan mobilitas. Negara Indonesia yang beriklim tropis dengan tingkat kelembapan dan curah hujan tinggi, sepatu sering kali menjadi basah akibat hujan, genangan air, atau keringat. Kondisi sepatu yang lembap dapat menyebabkan ketidaknyamanan saat dipakai, menimbulkan bau tidak sedap, serta memicu pertumbuhan jamur dan bakteri penyebab penyakit kulit seperti kutu air. Selain itu, paparan kelembapan secara terus-menerus dapat merusak material sepatu seperti lapisan yang mengelupas, daya rekat lem melemah, serta warna yang memudar, sehingga memperpendek umur pakainya.

Untuk mengeringkan sepatu basah, kebanyakan orang masih menggunakan pengeringan seperti menjemur sepatu di bawah sinar matahari atau menggunakan *hair dryer* memiliki keterbatasan karena sangat bergantung pada kondisi cuaca. Metode tersebut memiliki berbagai keterbatasan. Penjemuran bergantung pada kondisi cuaca dan memakan waktu lama, sedangkan penggunaan *hair dryer* membutuhkan pengawasan manual, mengonsumsi daya listrik cukup besar, serta berpotensi merusak bahan sepatu akibat distribusi panas yang tidak merata referensi seperti studi Kwon, T. R. “Thermal cycling with focused airflow prevents a-keratin damage”. Studi ini menyebut bahwa “conventional blow-dryer temperatures often exceed 90 °C”, yang bisa melebihi ambang keamanan untuk sepatu (Kwon dkk., 2022).

Beberapa studi menunjukkan bahwa material seperti TPU-*laminated mesh* adalah material sepatu berbentuk kain *mesh* (*polyester* atau *nylon*) merupakan perpaduan dari kain *mesh* berbasis serat sintetis dan lapisan pelindung sintetis yang dilaminasi dengan lapisan *Thermoplastic Polyurethane* (TPU). Kombinasi ini menciptakan bahan yang ringan, fleksibel, memiliki ventilasi udara, namun tetap kuat dan tahan abrasi (Roy dkk., 2023). TPU-*mesh* banyak digunakan pada bagian

upper sepatu olahraga dan *sneaker* untuk meningkatkan daya tahan tanpa menghilangkan kenyamanan dan sirkulasi udara. (bahan yang sering digunakan pada bagian *upper* (atas) sepatu, terutama untuk sepatu olahraga, lari, atau sepatu kasual) memiliki tingkat permeabilitas uap air yang jauh lebih rendah dibandingkan kain berpori bebas lapisan, sehingga meskipun permukaan luar sepatu terlihat cepat mengering, bagian dalamnya tetap menyimpan kelembapan lebih lama. Kondisi ini diperparah ketika sepatu dijemur langsung di bawah sinar matahari. Paparan panas dan UV memang mempercepat pengeringan permukaan luar, tetapi tidak memberikan efek signifikan pada lapisan dalam karena panas tidak sepenuhnya menembus struktur berlapis yang menyerap air seperti *foam*, *insole*, dan *lining*. Akibatnya, terjadi pengeringan yang tidak merata bagian luar kering, sementara bagian dalam lembap. Bahkan, paparan sinar matahari berlebihan berisiko menyebabkan pengerasan lem, perubahan warna, atau deformasi material, tanpa benar-benar membantu mengeringkan bagian dalam (L. Zuo., Dkk 2025).

Menanggapi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan memodifikasi sistem otomasi alat pengering sepatu otomatis berbasis *Fuzzy Logic Controller* (FLC). Sistem ini dirancang agar mampu menyesuaikan suhu dan kelembapan secara cerdas berdasarkan data yang diperoleh dari sensor, sehingga proses pengeringan dapat berlangsung baik tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan sepatu dan juga dapat mengeringkan bagian dalam sepatu secara merata. Tujuan dari pengembangan sistem ini adalah meningkatkan kinerja pada pengeringan sepatu dan keawetan sepatu, serta menghemat energi melalui pengaturan otomatis pada elemen pemanas dan *blower*.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan alat pengering sepatu berbasis mikrokontroler dengan sistem kendali *on* atau *off* menggunakan sensor kelembapan. Walaupun metode ini sederhana, kelemahannya terletak pada fluktuasi suhu di sekitar titik setelan, sehingga proses pengeringan menjadi kurang merata dan berisiko mempercepat kerusakan elemen pemanas karena siklus hidup-mati yang berulang, sementara pada alat pengering sepatu komersial atau di jasa *laundry* umumnya difokuskan pada kecepatan pengeringan, tanpa memperhatikan keamanan material sepatu. Mesin yang digunakan memiliki daya tinggi dan suhu yang tinggi agar proses pengeringan berlangsung cepat. Namun, hal ini

menimbulkan beberapa permasalahan, antara lain, suhu sering tidak terkontrol secara presisi, risiko *overheating* yang dapat menyebabkan lem melemah, bagian *upper* keriput atau retak, serta warna sepatu memudar. Selain itu, semua jenis material sepatu diperlakukan sama, padahal tiap bahan memerlukan perlakuan khusus. Pada banyak kasus, sepatu cenderung kering di bagian luar terlebih dahulu, sedangkan bagian dalam seperti insole atau busa tetap lembap, yang menjadi penyebab utama timbulnya bau dan pertumbuhan jamur. Penelitian ini mengintegrasikan sensor DHT22 di dalam sepatu untuk mengukur kelembapan internal secara *real-time*, serta menghentikan proses pengeringan hanya ketika sepatu benar-benar kering, sehingga dapat menghindari pemborosan waktu dan energi. Selain itu, penelitian ini mengembangkan pengering sepatu yang mampu menjaga suhu ideal antara 25–45°C. Sistem menerapkan metode FLC untuk mengendalikan suhu kerja pada rentang 25–45 °C sesuai dengan kondisi yang terdeteksi. Apabila suhu melebihi batas maksimum, yaitu 50 °C, sistem akan menghentikan operasi mesin secara otomatis sebagai mekanisme pengaman untuk mencegah terjadinya *overheating* serta menjaga keandalan dan memperpanjang umur pakai komponen. Sehingga risiko kerusakan pada sepatu dan komponen alat dapat diminimalkan. Berbeda dengan alat komersial yang tidak difokuskan untuk penggunaan rumah tangga, tujuan penelitian ini adalah inovasi akademik, bukan sekadar meniru produk yang ada di pasaran. Nilai kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini dapat dilihat pada beberapa aspek yaitu kontrol suhu yang stabil (25–45°C), kontrol kelembapan internal menggunakan sensor DHT22, sistem kendali *Fuzzy Logic* adaptif, keamanan material yang tinggi, portabilitas alat, serta efisiensi energi yang tetap terjaga, berbeda dengan alat *laundry* komersial yang umumnya berukuran besar, tidak portabel, dan memiliki konsumsi daya tinggi sehingga kurang cocok untuk penggunaan di rumah.

Untuk mengatasi kekurangan tersebut, diterapkan metode FLC yang lebih unggul dalam mengendalikan sistem dengan karakteristik nonlinier dan ketidakpastian. Pada sistem pengering sepatu, FLC dapat mengolah data suhu dan kelembapan dari sensor untuk mengatur kerja elemen pemanas dan *blower* secara stabil, halus, dan efisien energi tanpa merusak material sepatu (A. Pratama., dkk 2022).

Selain aspek pengeringan, perawatan sepatu yang tepat juga berperan penting dalam menjaga kebersihan dan daya tahannya. Menurut panduan dari Nike pengeringan sepatu berbahan kulit memerlukan perhatian khusus terhadap suhu agar material tidak rusak. Karena itu, berbagai panduan perawatan sepatu termasuk dari Nike merekomendasikan pengeringan dengan aliran udara dan ventilasi yang baik, bukan panas langsung, agar kelembapan di bagian dalam dapat menguap secara lebih merata dan aman. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi sistem pengering sepatu otomatis yang aman, efisien, dan tidak bergantung pada cuaca suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kulit mengerut, retak, atau lem pada sepatu terlepas, sedangkan suhu yang terlalu rendah membuat proses pengeringan menjadi lambat. Berdasarkan referensi perawatan sepatu, suhu ideal untuk mengeringkan sepatu kulit berkisar antara 35–45°C, yang cukup untuk menghilangkan kelembapan tanpa merusak material. Penggunaan aliran udara hangat secara merata sangat disarankan agar pengeringan berjalan bertahap dan kulit tetap terjaga kualitasnya (Nike., dkk 2025). Dalam sistem pengering sepatu otomatis berbasis FLC, sensor DS18B20 dapat digunakan untuk memantau dan menjaga suhu tetap stabil dalam rentang ideal ini, sehingga proses pengeringan aman dan efisien. Selain itu, pengendalian kelembapan juga merupakan faktor penting karena kelembapan relatif di atas 70% dapat menjadi kondisi ideal bagi pertumbuhan bakteri dan jamur. Oleh sebab itu, sistem pengering sepatu otomatis berbasis FLC diharapkan mampu mengatur suhu dan kelembapan secara adaptif guna mencegah pertumbuhan mikroorganisme serta menjaga kenyamanan dan keawetan sepatu pada berbagai kondisi lingkungan (Y. Qiu., dkk 2022).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, beberapa rumusan masalah yang diidentifikasi dalam proposal ini adalah:

1. Bagaimana melakukan modifikasi alat pengering sepatu dengan menambahkan sistem pemanas otomatis menggunakan metode FLC berbasis sensor DS18B20 dan DHT22?
2. Bagaimana perbedaan kinerja alat pengering sepatu sebelum dan sesudah dimodifikasi berdasarkan perubahan suhu, kelembapan, dan keluaran PWM selama proses pengeringan?
3. Bagaimana sistem proteksi overheat mematikan pemanas secara otomatis

ketika suhu mencapai 46°C sehingga keamanan proses pengeringan dan material sepatu tetap terjaga?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dan manfaat pada pelaksanaan proposal ini adalah berikut dibawah ini:

1. Merancang dan membangun sistem pengering sepatu yang mampu memantau suhu dan kelembapan secara real-time menggunakan sensor DS18B20 dan DHT22.
2. Menerapkan metode FLC untuk mengendalikan proses pengeringan secara otomatis berdasarkan perubahan suhu dan kelembapan yang terdeteksi oleh sensor.
3. Menguji dan menganalisis kinerja sistem pengering sepatu berdasarkan perubahan suhu, kelembapan, dan keluaran PWM selama proses pengeringan.
4. Menerapkan sistem proteksi *overheat* untuk mematikan elemen pemanas secara otomatis ketika suhu mencapai batas maksimum yang telah ditentukan sehingga dapat mengurangi risiko kerusakan akibat suhu berlebih.

1.4. Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan masalah pada proposal yang memiliki beberapa batasan yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Sistem bekerja pada rentang suhu 25°C sampai 45°C dengan toleransi deviasi maksimal $\pm 2^\circ\text{C}$, serta konsumsi daya dibatasi di bawah 200 Watt.
2. Evaluasi kinerja sistem hanya dievaluasi berdasarkan kemampuan mencapai kondisi kering yang ditargetkan pada sepatu, yang ditentukan oleh kombinasi nilai suhu dan kelembapan yang dibaca sensor DHT22.

1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi laporan proposal mempunyai lima tahapan, diantaranya tahap persiapan, tahap perancangan, tahap uji coba sistem, tahap analisis data, tahap evaluasi dan pembuatan laporan. Berikut penjelasannya:

1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan yang pertama menentukan topik proposal terlebih dahulu. Diantaranya adalah menentukan topik, membuat latar belakang, membuat judul, membuat proposal, melakukan studi pustaka

2. Tahap Perancangan

Selanjutnya yakni tahapan yang dimana setelah proposal disetujui, maka dilakukan pembuatan alat yang akan diteliti.

3. Tahap Pengujian Sistem

Pengambilan data serta pengujian alat dari sistem *hardware* maupun *software*. Diperlukan dokumentasi foto maupun video apabila melakukan uji coba alat.

4. Tahap Analisis

Data yang diperoleh setelah pengujian alat akan dianalisis menggunakan metode yang diperlukan. Dari data yang sudah dianalisis maka akan diparafrase dalam beberapa paragraf.

5. Tahap Pengerjaan Laporan Akhir

Tahap pengerjaan akhir ini adalah seluruh data hasil pengujian sistem yang sudah dianalisis dimasukkan dalam laporan. Dari pengerjaan tersebut maka akan disimpulkan hasil dari pengujian alat.

1.6. Sistematika Penulisan

Pada proposal rancang bangun alat pengering sepatu menggunakan metode *Fuzzy Logic Controller* terdapat sistematika penulisan antara lain:

1. **BAB I: Pendahuluan**

Bab ini berisi tentang penjelasan latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan dari penelitian, manfaat dari penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan.

2. **BAB II: Tinjauan Pustaka**

Bab ini berisi tentang penjelasan teori serta metode yang akan digunakan untuk membuat Metode serta komponen-komponen yang digunakan pada penelitian.

3. **BAB III: Perancangan Sistem**

Bab ini berisi tentang penjelasan langkah-langkah yang dilakukan pada

proses pembuatan sistem yang berupa metode dan desain dari alat tersebut.

4. **BAB IV: Hasil dan Pembahasan**

Bab ini berisi tentang penjelasan dari pengujian sistem dari sistem *hardware* maupun *software*, serta analisis dari data yang diperoleh pada pengujian sistem.

5. **BAB V: Penutup**

Bab ini berisi tentang penjelasan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang sudah dilakukan.

1.7. **Jadwal Pelaksanaan Penelitian**

Bagian ini menjelaskan rencana waktu atau jadwal yang akan dilakukan selama pelaksanaan penelitian tentang "modifikasi alat pengering sepatu dengan menerapkan kontrol pemanas otomatis dengan metode *fuzzy logic controller*". Bagian ini penting karena memberikan gambaran tentang bagaimana penelitian ini akan dilakukan secara sistematis dan teratur. Terdapat penjelasan rinci tentang rencana waktu yang akan digunakan untuk melaksanakan seluruh rangkaian kegiatan penelitian.

Jadwal pelaksanaan penelitian ini juga membantu memberikan gambaran yang jelas kepada pembaca proposal mengenai bagaimana penelitian ini akan dilaksanakan dan berapa lama waktu yang diperlukan untuk menyelesaikannya. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini, yang melibatkan " modifikasi alat pengering sepatu dengan menerapkan kontrol pemanas otomatis dengan metode *Fuzzy Logic Controller*," dijadwalkan secara terperinci pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Rencana Kegiatan Penelitian

No.	Nama Kegiatan	Bulan						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
1.	Studi literatur.							
2.	Desain modifikasi alat pengering sepatu dengan menerapkan kontrol pemanas							
2.	pemanas otomatis dengan metode <i>Fuzzy Logic</i>							

No.	Nama Kegiatan	Bulan							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	
2.	<i>Controller</i>								
3.	Pembuatan modifikasi alat pengering sepatu dengan menerapkan kontrol pemanas otomatis dengan metode <i>Fuzzy Logic Controller</i> .								
4.	Perancangan logika modifikasi alat pengering sepatu dengan menerapkan kontrol pemanas								
4.	otomatis dengan metode <i>Fuzzy Logic Controller</i> .								
5.	Pembuatan program <i>Fuzzy Logic Controller</i> pada modifikasi alat pengering sepatu dengan menerapkan kontrol pemanas otomatis.								
6.	Pengujian Alat Pengering Sepatu menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic Controller</i> .								
7.	Pengolahan dan analisis data.								
8.	Pembuatan laporan penelitian.								