

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur merupakan salah satu sektor strategis yang berkontribusi signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dan peningkatan daya saing industri nasional. Sektor ini berperan penting dalam menghasilkan berbagai komponen mekanik dengan tuntutan presisi, efisiensi, dan konsistensi kualitas yang tinggi. Proses pemesinan masih menjadi tulang punggung dalam sistem produksi manufaktur modern. Di antara berbagai proses pemesinan, pembubutan (turning) menempati posisi penting dalam pembuatan komponen berbentuk silindris. Keandalan proses pembubutan sangat dipengaruhi oleh kestabilan kondisi pemotongan selama operasi berlangsung. Berbagai studi menyatakan bahwa efisiensi dan kualitas proses pembubutan sangat ditentukan oleh stabilitas parameter pemotongan dan kondisi pahat (Demirpolat dkk 2023).

Dalam proses pembubutan, interaksi antara pahat dan benda kerja menyebabkan terjadinya gesekan yang intensif. Gesekan ini menghasilkan panas yang terakumulasi pada zona pemotongan. Fenomena peningkatan temperatur pahat menjadi salah satu permasalahan utama dalam proses pemesinan. Temperatur yang terbentuk dapat mencapai ratusan derajat Celsius, terutama pada kondisi kecepatan potong tinggi. Material benda kerja tertentu juga berkontribusi terhadap besarnya panas yang dihasilkan. Penelitian eksperimental menunjukkan bahwa temperatur pahat meningkat secara signifikan seiring kenaikan kecepatan potong dan kedalaman pemakanan (Arifianti dkk 2025).

Temperatur pahat yang tinggi memiliki dampak langsung terhadap performa proses pembubutan. Salah satu dampak paling signifikan adalah percepatan keausan pahat atau tool wear. Selain itu, temperatur berlebih juga berpengaruh terhadap kualitas permukaan benda kerja yang dihasilkan. Penurunan kualitas permukaan dapat mengurangi nilai fungsional dan estetika komponen. Secara kuantitatif, peningkatan temperatur pahat di atas kondisi optimal dilaporkan meningkatkan flank wear lebih dari 30%. Kondisi tersebut juga memperburuk

kekasaran permukaan hingga 25% pada proses turning baja bantalan (Demirpolat dkk 2023).

Meskipun dampak temperatur pahat terhadap proses pembubutan sangat signifikan, praktik monitoring di industri masih menghadapi berbagai keterbatasan. Sebagian besar sistem monitoring temperatur masih dilakukan secara manual atau bersifat periodik. Metode konvensional tersebut tidak mampu menangkap fluktuasi temperatur secara kontinu. Akibatnya, informasi yang diperoleh sering kali tidak merepresentasikan kondisi aktual saat proses berlangsung. Kondisi ini menyebabkan pengendalian proses bersifat reaktif, bukan preventif. Pengambilan tindakan umumnya dilakukan setelah terjadi kerusakan pahat atau cacat produk (Wallibai,2020).

Selain monitoring, pengendalian temperatur pahat memerlukan sistem pendingin yang bekerja secara efektif dan adaptif. Sistem pendingin berperan penting dalam menjaga temperatur pemotongan tetap berada pada rentang optimal. Pendinginan yang tepat dapat mengurangi panas berlebih dan memperpanjang umur pahat. Beberapa penelitian melaporkan bahwa penggunaan sistem pendingin mampu menurunkan temperatur pahat secara signifikan. Pengendalian pendinginan yang terintegrasi dengan data temperatur aktual memberikan potensi peningkatan performa proses. Namun, sebagian besar sistem pendingin masih dioperasikan tanpa integrasi langsung dengan data temperatur real-time (Manta dkk 2023).

Penelitian terdahulu telah banyak mengkaji hubungan antara parameter pemotongan dan temperatur pahat. Sebagian besar studi dilakukan melalui pendekatan eksperimental konvensional. Fokus utama penelitian tersebut umumnya terbatas pada analisis pengaruh kecepatan potong, feed, dan kedalaman potong. Integrasi antara sistem monitoring berbasis Arduino uno dan sistem pendingin otomatis masih jarang dilakukan. Penelitian yang menggabungkan kedua aspek tersebut dalam satu sistem terpadu masih terbatas. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu diisi (Arifianti dkk 2025)(Laghari dkk 2023).

Proses pembubutan merupakan salah satu proses pemesinan yang banyak digunakan dalam industri manufaktur untuk menghasilkan komponen dengan tingkat presisi tinggi. Namun, dalam praktik di lapangan, sering terjadi peningkatan

suhu pada pahat akibat kesalahan antara pahat dan benda kerja selama proses pemotongan. Suhu yang tinggi dapat menyebabkan keausan pahat lebih cepat serta menurunkan kualitas permukaan hasil pembubutan. Pada umumnya pemantauan suhu pahat di bengkel masih dilakukan secara manual atau bahkan tidak dilakukan secara langsung. Selain itu, sistem pendingin masih beroperasi secara manual tanpa berdasarkan data suhu yang akurat, sehingga pendinginan menjadi kurang efektif dan tidak konsisten.

Saya mengambil judul tentang RANCANGAN PENGENDALIAN TEMPERATUR PAHAT BERBASIS ARDUINO UNO MENGGUNAKAN SISTEM PENDINGIN PADA PROSES PEMBUBUTAN karena Seiring perkembangan teknologi, penggunaan mikrokontroler seperti Arduino Uno memungkinkan dilakukan pemantauan suhu secara real-time dan pengendalian sistem pendingin secara otomatis. Dengan adanya sistem ini, suhu pahat dapat dijaga tetap stabil sesuai dengan batas yang telah ditentukan. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merancang sistem pemantauan dan pengendalian suhu pahat berbasis Arduino Uno dengan sistem pendingin otomatis guna meningkatkan kualitas proses pembubutan dan memperpanjang umur pahat.

Penelitian ini menjadi penting karena pengendalian suhu pahat secara real-time memiliki peran yang sangat signifikan terhadap kualitas hasil pembubutan dan umur pakai pahat. Suhu pahat yang tidak terkontrol dapat menyebabkan keausan lebih cepat, menurunkan kualitas permukaan benda kerja, serta mengganggu kestabilan proses pemesinan. Selain itu, tanpa adanya sistem monitoring dan pendinginan yang tepat, proses pembubutan berisiko mengalami penurunan efisiensi, peningkatan biaya produksi, serta potensi kerusakan alat yang lebih besar. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu mengendalikan dan mengendalikan suhu secara otomatis agar proses pemesinan dapat berjalan lebih optimal dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ada pada proses pembubutan, penelitian ini dirumuskan untuk menjawab beberapa:

1. Bagaimana merancang dan menerapkan sistem monitoring suhu pahat berbasis Arduino Uno dengan sistem pendingin otomatis pada proses pembubutan?
2. Bagaimana kinerja sistem pendingin otomatis dalam mengendalikan suhu berdasarkan nilai *set point* yang telah ditentukan?
3. Bagaimana perbandingan suhu pahat sebelum dan sesudah menggunakan sistem pendingin otomatis berdasarkan analisis deskriptif dan komparatif?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada mesin bubut konvensional menggunakan Arduino Uno, sensor inframerah MLX90614, relay, dan pompa coolant sebagai sistem pengendalian suhu.
2. Pengujian dilakukan dengan membandingkan kondisi pembubutan tanpa sistem pendingin otomatis dan dengan sistem pendingin otomatis.
3. Analisis penelitian dibatasi pada temperatur maksimum, temperatur minimum, temperatur rata-rata, persentase penurunan temperatur, dengan menggunakan metode analisis deskriptif dan komparatif.

1.4 Tujuan Penelitian

tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan menerapkan sistem monitoring suhu pahat berbasis Arduino Uno dengan sistem pendingin otomatis pada proses pembubutan.
2. Mengetahui kinerja sistem pendingin otomatis dalam mengendalikan suhu berdasarkan nilai *set point* yang telah ditentukan.
3. Menganalisis perbandingan suhu pahat sebelum dan sesudah menggunakan sistem pendingin otomatis melalui analisis deskriptif dan komparatif.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan referensi bagi mahasiswa dan peneliti penerapan mengenai Arduino Uno dalam sistem monitoring dan pengendalian suhu pahat pada proses pembubutan.
2. Membantu operator mesin bubut dalam memadukan suhu secara real-time dan mengendalikan sistem pendingin secara otomatis sehingga suhu lebih stabil.
3. Penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan sistem pemantauan dan pengendalian suhu yang lebih efektif untuk meningkatkan kualitas proses pembubutan dan memperpanjang umur pahat.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai alur pembahasan penelitian. Skripsi ini terdiri atas lima bab, yaitu:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori pendukung yang berkaitan dengan proses pembubutan, pahat suhu, Arduino Uno, sensor suhu, sistem pendingin, serta penelitian terdahulu yang relevan.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, merancang sistem pemantauan dan pengendalian suhu pahat, perangkat keras dan perangkat lunak, serta prosedur pengujian sistem.

4. BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengujian sistem monitoring dan pengendalian suhu pahat serta pembahasan terhadap kinerja sistem yang telah dibuat.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.