

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Proses homogenisasi dalam industri aluminium merupakan langkah krusial untuk mengurangi distribusi unsur paduan yang tidak merata dan meningkatkan keseragaman struktur mikro dalam billet. Proses ini bertujuan untuk memastikan unsur-unsur paduan seperti tembaga, magnesium, dan silikon tersebar merata dalam aluminium, yang pada berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanik, fisik, dan kimia logam dasar (Gianluca, 2021; Ijaz & Hashmi, 2022). Homogenisasi dilakukan dengan memanaskan billet pada suhu antara 450°C hingga 550°C, mempertahankan suhu tersebut selama 2 hingga 4 jam, dan diakhiri dengan pendinginan terkendali (Yeni dkk., 2022).

Pada studi ini, fokus utama adalah pada optimalisasi kontrol suhu dalam proses homogenisasi untuk memastikan keseragaman suhu di seluruh billet. Untuk mencapai tujuan tersebut, studi ini menggunakan mesin homogenisasi dengan teknologi yang modern. Mesin ini dilengkapi dengan sistem kontrol suhu yang terdiri dari sensor-sensor *thermocouple* yang ditempatkan pada berbagai titik di dalam oven dan pada billet itu sendiri. Selain itu, mesin ini juga memiliki sistem ventilasi yang dirancang untuk menjaga aliran udara tetap stabil, yang sangat penting dalam mempertahankan suhu yang merata di seluruh bagian oven dan billet.



Gambar I.1 Mesin Homogenisasi

Gambar 1.1. Mesin homogenisasi ini terdiri dari oven dengan kontrol suhu yang dilengkapi dengan sensor-sensor *thermocouple* untuk mengukur suhu pada berbagai titik, baik di dalam ruang oven maupun pada billet itu sendiri. Selain itu, mesin juga dilengkapi dengan sistem ventilasi yang memastikan aliran udara stabil, berperan penting dalam menjaga suhu yang merata di seluruh bagian oven dan billet. Dengan demikian, parameter kunci seperti suhu ruang oven, suhu permukaan billet, dan suhu inti billet dapat dipantau secara akurat. Keseluruhan proses pengendalian suhu ini dilakukan secara otomatis menggunakan teknologi kontrol seperti *Programmable Logic Controller* (PLC), yang berfungsi untuk menjaga suhu pada tingkat optimal sepanjang proses homogenisasi berlangsung.

Pengendalian suhu yang tepat, sangat penting untuk mencapai hasil optimal dalam proses homogenisasi (Dongbin Jiang dkk., 2020). Ketidakstabilan suhu dapat menyebabkan pembentukan struktur yang tidak diinginkan dan distribusi unsur paduan yang tidak merata, yang berdampak negatif pada kekuatan dan sifat mekanik billet serta menurunkan kualitas produk akhir (Suo dkk., 2024). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fluktuasi suhu yang tidak stabil selama proses perlakuan panas dapat menyebabkan penurunan kekerasan material hingga sekitar 10% (Wibowo & Nurato, 2018). Penurunan kekerasan mengindikasikan bahwa ketidakstabilan suhu berdampak langsung pada

penurunan kualitas material, karena kekerasan merupakan indikator penting dari kekuatan dan daya tahan material. Oleh karena itu, pengendalian suhu yang tepat sangat penting untuk memastikan kualitas produk yang optimal.

Metode konvensional dalam pengendalian suhu sering mengandalkan pengamatan visual langsung dan alat ukur yang kurang akurat, yang dapat menyebabkan variasi dalam hasil produksi dan mengurangi konsistensi kualitas produk (Rastkar dkk., 2017). Salah satu masalah yang sering terjadi dalam proses homogenisasi, adalah perlakuan panas berlebih (*overheat treatment*), terjadi ketika suhu yang diterapkan pada billet melebihi tingkat yang diperlukan untuk mencapai homogenisasi optimal (Gupta dkk., 2021). Hal ini dapat merusak kualitas billet, mengakibatkan pembentukan struktur mikro yang tidak diinginkan dan penurunan kekuatan mekanik produk akhir. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa *overheat treatment* dapat menyebabkan penurunan kekuatan mekanik dari 69 hingga 72 kg/mm² menjadi 58 hingga 60 kg/mm², yang menunjukkan penurunan sekitar 10-15% (Wibowo & Nurato, 2018). Penurunan ini mengindikasikan bahwa suhu pengaturan yang lebih tinggi atau fluktuasi suhu yang tidak stabil dapat berdampak negatif pada kualitas material, terutama pada kekerasan, yang merupakan indikator utama dari kekuatan mekanik. Oleh karena itu, pendekatan yang lebih akurat dalam pengendalian suhu, seperti penggunaan sistem *monitoring* digital, diperlukan untuk mengurangi inefisiensi proses serta meningkatkan konsistensi dan kualitas produk.

Untuk mengatasi masalah kontrol suhu dalam proses homogenisasi, penggunaan sistem *monitoring* digital yang mampu mengumpulkan data suhu secara *real-time*. Sistem *monitoring* digital dapat mengumpulkan data suhu secara *real-time* dari sensor yang terpasang pada mesin homogenisasi. Data yang dikumpulkan kemudian diolah menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) untuk menjaga suhu dan kondisi homogenisasi dalam batas optimal (Namekar & Yadav, 2020). Pemantauan yang akurat dapat mengidentifikasi dan menangani masalah secara cepat, menjaga suhu tetap stabil, serta memastikan kualitas produk tetap optimal. Selain itu, data yang terkumpul dapat dianalisis untuk menemukan pola

dan tren, yang dapat digunakan untuk meningkatkan proses dan mengurangi variasi hasil akhir (Brandon dkk., 2023).

Studi sebelumnya pada industri aluminium menunjukkan bahwa sistem *monitoring* digital tidak hanya meningkatkan kontrol dan efisiensi proses, tetapi juga berdampak positif pada kualitas dan hasil produksi. Penerapan sistem *monitoring* digital dapat meningkatkan jumlah produk yang dihasilkan per hari sebesar 3,4% (Muntashir dkk., 2023). Peningkatan ini disebabkan oleh penghematan waktu yang signifikan dalam pengisian dan penginputan data, yang berkurang dari 45 menit setiap hari menjadi hanya 2 menit (Muntashir dkk., 2023). Penghematan waktu selama 43 menit ini dapat membuat proses produksi berjalan lebih efisien, yang pada akhirnya dapat menghasilkan tambahan 15 produk setiap harinya (Muntashir dkk., 2023). Dengan demikian, sistem *monitoring* digital tidak hanya mengoptimalkan waktu operasional tetapi juga secara langsung berkontribusi pada peningkatan output produksi secara keseluruhan.

Meskipun sistem *monitoring* digital menawarkan banyak keuntungan dalam hal kontrol dan efisiensi proses, masih terdapat kesenjangan dalam pemanfaatan data *real-time* untuk aplikasi yang lebih mendalam (Hilton dkk., 2020). Data *real-time* yang dikumpulkan dari sensor memberikan informasi yang berharga, namun tantangan utama adalah bagaimana memanfaatkan data ini secara optimal untuk meningkatkan proses manufaktur. Sebagai contoh, penelitian di industri baja menunjukkan bagaimana pemodelan matematika dapat digunakan untuk memprediksi suhu sepanjang jalur billet. Studi oleh Zanolli dkk., (2022) mengungkapkan bahwa analisis data suhu dan arus listrik pada mesin penggilingan dapat membantu dalam membangun model distribusi suhu yang lebih akurat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa data *real-time* yang dikumpulkan dari sensor suhu dapat digunakan untuk memastikan distribusi suhu yang merata, mengurangi variasi hasil, dan meningkatkan kualitas produk akhir (Zanolli dkk., 2022).

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah untuk studi ini adalah bagaimana model matematika yang digunakan untuk memodelkan parameter-parameter pada proses homogenisasi aluminium?

I.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan yang dicapai dalam studi ini yaitu menghasilkan model matematika untuk mengetahui hubungan parameter-parameter pada proses homogenisasi aluminium.

I.4 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari studi ini adalah:

1. Model matematika yang dihasilkan dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan untuk meningkatkan efisiensi proses homogenisasi di industri aluminium.
2. Dengan menggunakan data *real-time* dalam model matematika, suhu yang diperoleh secara langsung dari proses homogenisasi dapat digunakan untuk memperbaiki dan menyesuaikan model secara terus-menerus

I.5 Sistematika Penulisan

Penyusunan studi dilakukan berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan terdapat informasi pendahulu seperti latar belakang permasalahan yang menjadi dasar usulan Selain itu, terdapat rumusan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan teori/literatur yang digunakan sebagai landasan dalam menganalisis permasalahan. Teori-teori yang terdapat pada bab ini adalah teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti yang bersumber dari referensi buku, jurnal dan penelitian terdahulu.

BAB III METODOLOGI PENYELESIAN MASALAH

Pada bab metodologi penyelesaian berisi penjelasan Langkah-langkah sistematis secara rinci untuk menyelesaikan masalah. Bab ini terdiri dari sistematika perancangan untuk menyelesaikan masalah. Bab ini terdiri atas sistematika penyelesaian masalah, Batasan dan asumsi tugas akhir.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada ini terdiri atas penjelasan pengumpulan data dari hasil pengumpulan data yang telah dilakukan pengolahan data. Pengolahan data yaitu langkah-langkah dari sistematika penyelesaian masalah.

BAB V ANALISIS

Bab ini terdiri dari penjelasan proses verifikasi serta analisis dari hasil pengolahan data.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan dari penelitian yang menjawab tujuan penelitian serta saran yang berisi rekomendasi terkait penerapan yang telah diusulkan untuk mendapatkan solusi yang lebih baik.