

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pengaruh temperatur *tempering* terhadap *hardness* dan *impact* pada material baja AISI 1040 dengan variasi temperatur 250°C, 350°C, 450°C, 550°C, 650°C, maka dapat disimpulkan hal-hal berikut :

1. Peningkatan temperatur *tempering* dari 250°C hingga 650°C menyebabkan transformasi mikrostruktur bertahap pada baja AISI 1040, mulai dari dekomposisi martensit temper yang didominasi karbida halus bersifat getas, menuju matriks ferit dengan karbida sementit yang mengalami *coarsening* dan speroidisasi awal. Perubahan struktur asikular (jarum) menjadi partikel karbida yang lebih kasar dan stabil ini secara langsung menurunkan kekerasan material, namun mengubah sifatnya dari getas menjadi lebih ulet dan tangguh.
2. Variasi temperatur *tempering* berperan penting dalam memperoleh efektivitas keseimbangan sifat mekanik berupa kekerasan dan ketangguhan. Semakin tinggi temperatur *tempering*, kekerasan cenderung menurun, tetapi ketangguhan meningkat. Hal ini terbukti dari hasil nilai impak tertinggi sebesar 270 Joule dan kekerasan terendah sebesar 96,33 HV pada temperatur 650°C.
3. Analisis permukaan patahan impak menunjukkan transisi mekanisme kegagalan dari sifat getas menjadi ulet seiring meningkatnya temperatur *tempering*, di mana pada suhu 250°C didominasi oleh mekanisme *quasi-cleavage fracture* dengan ciri pola aliran sungai (*river patterns*) dan penyerapan energi yang rendah, kemudian mengalami transisi *mixed-mode fracture* pada suhu 450°C, hingga mencapai mekanisme patahan ulet (*ductile fracture*) sepenuhnya pada suhu 650°C yang ditandai dengan terbentuknya *large dimples* melalui proses *microvoid coalescence*.
4. Hasil simulasi *finite element analysis* (FEA) pada baja AISI 1040 menunjukkan bahwa peningkatan temperatur *tempering* dari 450°C hingga

650°C berbanding lurus dengan perluasan distribusi tegangan *von Mises* dan peningkatan penyerapan energi internal material. Pada temperatur 450°C, material menyerap energi sebesar 238,03 J, namun ketika temperatur ditingkatkan menjadi 650°C, nilai energi impact meningkat menjadi 248,75 J yang disertai dengan perubahan bentuk spesimen yang cenderung melengkung. Fenomena ini membuktikan bahwa kenaikan temperatur *tempering* secara efektif meningkatkan kemampuan deformasi plastis material dan energi impact, di mana hasil simulasi ini memiliki tingkat kesesuaian yang sangat baik dengan data eksperimen (persentase error 7,87% – 9,25%), sehingga model FEA tersebut valid dalam menggambarkan peningkatan ketangguhan dinamis pada baja AISI 1040.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan berbagai keterbatasan yang didapatkan selama proses pengujian dan analisis, terdapat beberapa rekomendasi saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

1. Disarankan untuk memperluas variasi parameter perlakuan panas seperti *holding time* dan media pendinginan, sehingga dapat diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai pengaruh temperatur *tempering* terhadap sifat mekanik baja AISI 1040.
2. Pada tahap persiapan spesimen, disarankan untuk menggunakan mesin yang lebih presisi untuk proses pembuatan spesimen uji, seperti *notching machine* sehingga hasil pengujian lebih akurat.
3. Penelitian lanjutan disarankan untuk menambahkan serangkaian pengujian seperti uji tarik, uji *fatigue* sehingga karakteristik performa material baja AISI 1040 dapat dianalisis secara menyeluruh dan sesuai kebutuhan spesifik aplikasinya.