

## **ABSTRAK**

### **PENGARUH PERLAKUAN PANAS MULTI AUSTEMPERING TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA AISI 4140**

**Oleh**

**PURNOMO**

Penyelidikan dilakukan untuk mengetahui masing-masing parameter hasil rekayasa struktur mikro dibawah kondisi perlakuan panas pada baja AISI 4140 yang mempunyai komposisi kimia dalam % berat: 0.443C, 0.198 Mo, 0.805Mn, 1.150Cr, 0.308Si, 0.021P, dikenakan perlakuan panas anil penuh (AN), austempering satu dan multi langkah (SA) dan (MA). Spesimen uji tarik dengan standar ASTM E8 telah disiapkan. Proses AN dilakukan dengan memanaskan semua sampel di dalam tanur suhu konstan 800°C selama 2 jam, dilanjutkan pendinginan di dalam tanur. Kemudian, spesimen diberi perlakuan panas SA1, SA2, SA3 dan MA . Proses SA dan MA masing-masing dilakukan dengan memanaskan semua sampel dalam tanur pada suhu 800°C selama 1 jam dan dilanjutkan dengan perendaman dalam media larutan garam 50% NaNO<sub>3</sub>+ 50%KNO<sub>3</sub> pada temperatur 312, 362 dan 412°C selama 1 jam. Proses AN menghilangkan tegangan internal dengan kelembutan struktur mikro yang tinggi, sedangkan proses SA dan MA menghasilkan struktur mikro fasa bainit yang halus, yang meningkatkan sifat-sifat mekanik (kekuatan tarik dan kekuatan impak) dengan elastisitas yang baik. Mikroskop elektron pemindaian digunakan untuk mengetahui konsentrasi pengotor dan perubahan struktur mikro pada sifat mekanik spesimen yang bersangkutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel SA1 memiliki ketangguhan terbaik dengan nilai 41 Joule, sedangkan sampel MA bernilai 32.67 Joule. Spesimen dengan nilai kekerasan tertinggi adalah SA2 dengan nilai kekerasan 43.67 HRC, sedangkan pada benda uji MA 43.00 HRC. Spesimen SA1 menjadi benda uji yang mampu menerima beban maksimum terbesar sebelum mengalami kegagalan dengan nilai UTS 922.36 MPa dengan regangan 13,09%. Sementara itu, spesimen MA menjadi benda uji yang mampu menahan beban maksimum tanpa mengalami deformasi plastis yang permanen tertinggi dengan nilai Yield Strength 579.32 MPa.

Kedepan hasil penelitian ini akan menjadi solusi alternatif bagi permasalahan ketersediaan bahan baku baja AISI 4140 yang melimpah, dengan biaya murah dan ketangguhan yang dihasilkan.

Kata kunci : AISI 4140, Kekerasan, Mikrostruktur, Anealling, Single Austempering

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF MULTI AUSTEMPERING HEAT TREATMENT ON MECHANICAL PROPERTIES AND MICROSTRUCTURE OF AISI 4140 STEEL

By

PURNOMO

*This research investigates the effects of different heat treatment parameters on the microstructure of AISI 4140 steel, which has the following chemical composition in weight %: 0.443C, 0.198 Mo, 0.805Mn, 1.150Cr, 0.308Si, 0.021P. The heat treatments applied are full annealing (AN), single-step austempering (SA), and multi-step austempering (MA). Tensile test specimens were prepared according to ASTM E8 standards. The AN process involved heating all samples in a furnace at a constant temperature of 800°C for 2 hours, followed by furnace cooling. Subsequently, the specimens underwent SA1, SA2, SA3, and MA heat treatments. The SA and MA processes consisted of heating all samples in a furnace at 800°C for 1 hour and then quenching them in a 50% NaNO<sub>3</sub> + 50% KNO<sub>3</sub> salt solution at temperatures of 312°C, 362°C, and 412°C for 1 hour.*

*The AN process eliminated internal stresses, resulting in a highly soft microstructure, while the SA and MA processes produced a fine bainitic microstructure, enhancing mechanical properties (tensile strength and impact strength) with good elasticity. The research results indicated that the SA1 sample exhibited the best toughness with a value of 41 Joules, while the MA sample had a value of 32.67 Joules. The highest hardness value was observed in the SA2 specimen with a hardness of 43.67 HRC, whereas the MA test piece had a hardness of 43.00 HRC. The SA1 specimen exhibited the highest maximum load-bearing capacity before failure with a value of 922.36 MPa tensile strength and 13.09% elongation. On the other hand, the MA specimen had the highest ability to withstand maximum loads without undergoing permanent plastic deformation, with a Yield Strength of 579.32 MPa.*

*In the future, the findings of this research can offer an alternative solution to the issue of abundant availability of AISI 4140 steel raw materials, providing cost-effectiveness and improved toughness.*

**Keywords:** AISI 4140, Hardness, Microstructure, Annealing, Single Austempering