

## Perbandingan Perubahan *Hardness* Akibat *Heat Treatment* Pada Material *AISI D2* Dengan Menggunakan Uji *Rockwell*

Adi Syahputra Purba <sup>1)</sup>, Hafizh Khalifah <sup>2)</sup>, Naufal Abdurrahman Prasetyo <sup>3)</sup>, Nur Fitria Pujo <sup>4)</sup>, Leo Van Gunawan <sup>5)</sup>

<sup>1,2,3,4)</sup> Politeknik Negeri Batam

<sup>5)</sup> Politeknik Negeri Indramayu

Email : [adipurba@polibatam.ac.id](mailto:adipurba@polibatam.ac.id) <sup>1)</sup>, [hfh.klfh@email.com](mailto:hfh.klfh@email.com) <sup>2)</sup>, [abdurrahman@polibatam.ac.id](mailto:abdurrahman@polibatam.ac.id) <sup>3)</sup>,  
[nurfitriapujo@polibatam.ac.id](mailto:nurfitriapujo@polibatam.ac.id) <sup>4)</sup>, [leovangunawan@polindra.ac.id](mailto:leovangunawan@polindra.ac.id) <sup>5)</sup>

### ABSTRAK

PT X sebagai perusahaan yang berfokus pada *mechanical component* kedirgantaraan secara khusus dalam pembuatan seal, menghadapi tantangan dalam proses fabrikasi *tooling* yang terbuat dari logam *AISI D2*. Karakteristik logam *AISI D2* memiliki tingkat kekerasan yang rendah, hal ini menjadi masalah karena saat *tooling* digunakan dalam pengerjaan seal, terjadi tekanan antara *tooling 1* dan *tooling 2*. Sehingga, *tooling* harus melalui proses *heat treatment* untuk mencapai kekerasan sesuai standar yaitu *ASTM E18*. Maka dari itu *tooling* harus melalui proses *heat treat* untuk mencapai kekerasan yang standar. Mesin *heat treatment* merupakan salah satu proses memanaskan dan mendinginkan suatu bahan untuk mendapatkan perubahan fasa (struktur) guna meningkatkan kemampuan bahan tersebut sehingga bertambah daya guna teknik dari bahan tersebut. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai kekerasan pada material setelah proses *heat treatment* dan membandingkan hasil kekerasan sebelum dan sesudah *heat treatment* dengan menggunakan uji *Rockwell*. Adapun hasil proses pengujian pada *rockwell* pada material *AISI D2* sebelum proses *heat treatment* dengan nilai kekerasan awal rata-rata sebesar 21.57 HRC, dan waktu yang dibutuhkan untuk proses *heat treatment* selama 145 menit, setelah proses *heat treatment* selesai, dilakukan pengujian kekerasan terhadap material dengan uji *rockwell* dan diperoleh nilai rata-rata kekerasan sebesar 61.11 HRC. Perubahan nilai kekerasan rata-rata dari specimen sebesar 39,03 HRC dan capaian nilai kekerasan tertinggi setelah dilakukan proses *heat treatment* sebesar 61,5 HRC dengan standar perusahaan untuk minimum kekerasan dari material *AISI D2* adalah sebesar 59HRC. Dengan demikian proses *heat treatment* yang dilakukan sudah mencapai standar nilai kekerasan.

Kata Kunci : Heat Treatment, Tooling, Rockwell, Seal, Mechanical Component,

### ABSTRACT

*PT X as a company engaged in aerospace mechanical components, especially in seal manufacturing, faces challenges in the tooling fabrication process made of AISI D2 metal. The characteristics of AISI D2 metal have a low level of hardness, this is a problem because when the tooling is used in seal work, there is pressure between tooling 1 and tooling 2. Thus, the tooling must go through a heat treatment process to achieve hardness according to the standard, ASTM E18. Therefore, tooling must go through a heat treatment process to achieve standard hardness. Heat treatment is a process of heating and cooling a material to obtain a phase change (structure) to increase the ability of the material so that the technical usability of the material increases. The purpose of this study is to determine the hardness value of the material after the heat treatment process and compare the hardness results before and after heat treatment using the Rockwell test. The results of the Rockwell testing process on AISI D2 material before the heat treatment process with an average initial hardness value of 21.57 HRC, and the time required for the heat treatment process for 145 minutes, after the heat treatment process is complete, the hardness test is carried out on the material with the Rockwell test and the average hardness value is obtained 61.11 HRC. The change in the average hardness value of the specimen is 39.03 HRC and the achievement of the highest hardness value after the heat treatment process is 61.5 HRC with the company standard for the minimum hardness of AISI D2 material being 59 HRC. Thus the heat treatment process carried out has reached the standard hardness value.*

*Keywords: Heat Treatment, Tooling, Rockwell, Seal, Mechanical Component*

## 1. PENDAHULUAN

PT X sebagai perusahaan yang berfokus pada *mechanical component* kedirgantaraan khususnya dalam pembuatan seal, menghadapi tantangan dalam proses fabrikasi *tooling*. *Tooling* yang terbuat dari logam *AISI D2* untuk pembuatan seal memiliki tingkat kekerasan yang rendah. Hal ini menjadi masalah karena saat *tooling* digunakan dalam pengerjaan seal, pada pengerjaan seal terjadi tekanan antara *tooling 1* dan *tooling 2*, tekanan dapat menyebabkan kerusakan atau pecah nya *tooling* karena gesekan (Lubis *et al.*, 2023). Oleh karena itu *tooling* harus melalui proses *heat treat* untuk mencapai kekerasan yang sesuai standard (Yudo, 2022).

Proses *heat treatment* pada logam adalah proses memanaskan dan mendinginkan untuk mendapatkan perubahan fasa (struktur) guna meningkatkan kemampuan bahan tersebut. Adapun beberapa proses *heat treatment* yaitu *hardening*, *annealing*, *tempering*, *quenching*. *Hardening* merupakan proses untuk memperbaiki kekerasan dari baja tanpa mengubah komposisi kimia secara keseluruhan (Fachrudin and Astuti, 2023). Tujuannya adalah untuk mengeraskan bahan. *Annealing* merupakan suatu proses laku panas (*heat treatment*) yang sering dilakukan terhadap logam atau panduan dalam proses pembuatan suatu produk. Tujuan utama proses *annealing* ialah melunakan, menghaluskan butir kristal, dan menghilangkan internal stress (Nasution, Tanjung and Siregar, 2022). *Tempering* merupakan suatu proses *heat treatment* dimana benda kerja akan dipanaskan dibawah *temperature* kritisnya kemudian diinginkan. Tujuan perlakuan panas ini yaitu mendapatkan sifat ulet, kuat dan tangguh (Lestari, Purwanto and Dzulfikar, 2021). Selanjutnya adalah *quenching* yang merupakan proses pendinginan cepat setelah perlakuan panas pada benda kerja, kita bisa melakukannya dengan menggunakan air, oli dan gas. Tujuannya untuk mengeraskan logam (Sukarno *et al.*, 2023)

Di lain hal adanya penelitian tentang pembuatan mata pisau mesin pencacah

plastik dengan material *AISI D2* yang mendapatkan perlakuan panas. Penelitian ini menggunakan temperatur austenit sebesar 1030°C dengan proses pendinginan udara, yang dilanjutkan dengan proses *tempering* pada suhu 200°C. Hasil penelitian menyimpulkan adanya perubahan atau peningkatan sifat kekerasan dengan nilai sebesar 710 HV atau 60 HRC dibandingkan dengan material sebelum mendapatkan perlakuan panas yang nilai awalnya sebesar 296 HV atau 29,2 HRC (Ibrahim, Hersaputri and Panjaitan, 2021)

Penelitian lain juga dilakukan oleh Bashori terkait pengujian nilai kekerasan dengan uji *rockwell* pada material aluminium paduan yang bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indenter berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut. Hasil penelitian bahwa sampel uji pertama memiliki harga kekerasan rata-rata yang terukur sebesar 81,6 µm dengan kedalaman penetrasi rata-rata 0,36 mm sedangkan pada sampel data kedua didapatkan nilai harga kekerasan rata-rata sebesar 81,3 µm dengan kedalaman penetrasi rata-rata 0,37 mm, dan untuk sampel data ketiga nilai harga kekerasan rata-rata sebesar 83,3 µm dengan kedalaman penetrasi rata-rata 0,33 mm (Bashori, 2020)

Berdasarkan latar belakang yang sudah disampaikan, penelitian dilakukan dengan tujuan membandingkan perubahan nilai *hardness* sebelum dan sesudah mendapatkan *heat treatment* pada *AISI D2* dengan uji *rockwell*. Pengujian menggunakan indenter *rockwell diamond cone* untuk benda uji yang relatif keras pada *AISI D2* dengan menggunakan standar amerika yaitu ASTM E18 (*American standard testing and material*).

## 2. METODE

Penelitian dilakukan dari tahapan observasi yang selanjutnya mempersiapkan *speciment* uji. Dimensi material *speciment* memiliki ukuran lebar 51 mm x tinggi 36,30 mm dengan jenis yang digunakan yaitu *AISI D2 TollSteel*, material ini mengandung sekitar

82.57% Iron, 12% Chromium, 1.55% Carbon, sehingga dikenal sebagai baja semi *stainless*. Sifat fisik material ini adalah tahan aus serta abrasi yang tinggi. Jumlah material uji yang menjadi obyek penelitian sebanyak empat material seperti gambar di bawah ini.



Gambar. 1 Kondisi Sebelum *Heat Treatment*

Material yang disediakan dilakukan pengujian dengan uji *rockwell* untuk mengetahui nilai kekerasan dari material sebelum dilakukan proses *heat treatment*. Pengujian *rockwell* dengan menggunakan alat pengujian seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2. Alat Pengujian Kekerasan *Rockwell*

Proses selanjutnya adalah melakukan proses *heat treatment* terhadap material dengan tahapan *hardening, annealing, tempering, quenching*. Kemudian setelah proses *heat treatment* selesai dilakukan uji kekerasan kembali dengan menggunakan uji *rockwell*. Tahapan berikutnya adalah membandingkan nilai kekerasan yang di dapatkan sebelum dan sesudah dilakukannya proses *heat treatment* pada material AISI D2.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kekerasan dengan uji *Rockwell* pada material AISI D2 sebelum diberikan proses *heat treatment* pada empat material *speciment* terlihat pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Pengujian *Rockwell* Sebelum *Heat Treatment*

| Speci ment                          | Type Tooling | Nilai Kekerasan |      |      | Rata-Rata |
|-------------------------------------|--------------|-----------------|------|------|-----------|
|                                     |              | 1               | 2    | 3    |           |
| 1                                   | Male         | 22,6            | 22,6 | 22,9 | 22,70     |
| 2                                   | Female       | 21,2            | 21,3 | 21,1 | 21,20     |
| 3                                   | Male         | 22,9            | 21,9 | 22   | 22,27     |
| 4                                   | Female       | 20,3            | 20,2 | 19,8 | 20,10     |
| Rata-Rata Nilai Kekerasan Speciment |              |                 |      |      | 21,57     |

Setelah dilakukan pengukuran awal pada material dengan pengujian *rockwell*, selanjutnya tooling tersebut di masukan kedalam mesin *heat treat* seperti pada gambar 3 dibawah

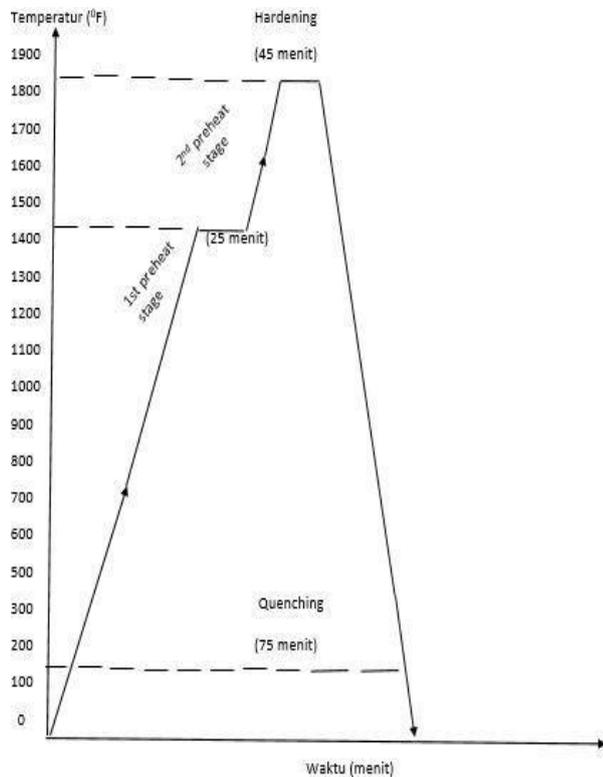


Gambar 3. Mesin *Heat Treatment*

Proses *heat treatment* pada material AISI D2 diawali dengan memberikan perlakuan panas dengan tahapan sebagai berikut :

1. Tahap pemanasan awal dilakukan pada *temperatur* 1450<sup>0</sup> F dengan waktu tahan 25 menit
2. Selanjutnya suhu dinaikkan menjadi 1850<sup>0</sup>F untuk proses austenisasi dengan waktu tahan 45menit
3. Pada proses *quenching* dengan menggunakan media *argon liquid* dilakukan pada suhu mencapai 150<sup>0</sup> F, dengan waktu75 menit.

Jika dilihat siklus perlakuan panas pada material AISI D2 (*tooling*) dapat digambarkan pada gambar grafik 4 dibawah ini :



Gambar 4. Siklus perlakuan panas pada baja AISI D2

Setelah proses *heat treat* selesai, tahapan berikutnya adalah menguji material AISI D2 dengan menggunakan uji Rockwell, pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali dengan 4 *speciment* proses pengujian *rockwell*, yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian *Rockwell* Setelah *Heat Treatment*

| Speciment                           | Type Tooling | Nilai Kekerasan |      |      | Rata-Rata |
|-------------------------------------|--------------|-----------------|------|------|-----------|
|                                     |              | 1               | 2    | 3    |           |
| 1                                   | Male         | 61,5            | 61,6 | 61,5 | 61,53     |
| 2                                   | Female       | 60,3            | 61,5 | 61,6 | 61,13     |
| 3                                   | Male         | 61,2            | 61,3 | 61,5 | 61,33     |
| 4                                   | Female       | 60,4            | 60,5 | 60,4 | 60,43     |
| Rata-Rata Nilai Kekerasan Speciment |              |                 |      |      | 61,11     |

Setelah melakukan proses pengujian pada *tooling* sebelum dan sesudah di proses *heat treatment*, maka diperoleh nilai perbandingan kekerasan sebelum dan sesudah heat treatment. Nilai kekerasan yang dialami material AISI D2 mengalami kenaikan

kekerasan seperti yang tergambar pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Pengujian *Rockwell* Sebelum dan Sesudah *Heat Treatment*

| Speciment | Type Tooling | Sebelum | Sesudah | Perubahan Kekerasan (HRC) |
|-----------|--------------|---------|---------|---------------------------|
| 1         | Male         | 22,70   | 61,53   | 36,83                     |
| 2         | Female       | 21,20   | 61,13   | 39,93                     |
| 3         | Male         | 22,27   | 61,33   | 39,06                     |
| 4         | Female       | 20,10   | 60,43   | 40,33                     |

Pada tabel 3 diperoleh peningkatan nilai kekerasan yang sangat signifikan dari nilai kekerasan awal sebesar 21.57 HRC menjadi 61.11 HRC. Rata rata kenaikan nilai kekerasan dari setiap material adalah 39.03 HRC. Nilai kekerasan material AISI D2 yang mendapatkan proses heat treatment yang paling tinggi sebesar 61,53 HRC yang sudah melewati ambang batas dari standar perusahaan dengan nilai minimum kekerasan dari material AISI D2 adalah sebesar 59 HRC.

## 4. PENUTUP

### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa perubahan nilai kekerasan rata – rata dari specimen sebesar 39,03 HRC dan capaian nilai kekerasan tertinggi setelah dilakukan proses *heat treatment* sebesar 61,5 HRC dengan standar perusahaan untuk minimum kekerasan dari material AISI D2 adalah sebesar 59HRC.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Bashori, H. (2020) ‘Uji Material Aluminium Paduan Dengan Metode Kekerasan Rockwell’, *Journal Mechanical and Manufacture Technology (JMMT)*, 1(1).
- Fachrudin, A.R. and Astuti, F.A.F. (2023) ‘Analisis Proses Hardening terhadap Kekerasan Baja SKS 3 dengan Variasi Temperatur dan Media Pendingin’, *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, 3(3), pp. 109–115.
- Ibrahim, S., Hersaputri, M. and Panjaitan, V.I. (2021) ‘Pembuatan Mata Pisau Mesin Pencacah Sampah Plastik dengan

- Material AISI D2 yang Dikeraskan’,  
*Jurnal Vokasi Teknologi Industri (Jvti)*,  
3(1).
- Lestari, N., Purwanto, H. and Dzulfikar, M.  
(2021) ‘Analisis Sifat Mekanis Baja  
Karbon Menengah Akibat Proses  
Austenisasi Tempering’, *Jurnal Ilmiah  
Momentum*, 17(2), pp. 127–132.
- Lubis, M.S.Y. *et al.* (2023) ‘Analisis  
Pertumbuhan Keausan Pahat Pada  
Pembubutan Material Mild Steel’, *IRA  
Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya  
(IRAJTMA)*, 2(3), pp. 8–14.
- Nasution, A.R., Tanjung, I. and Siregar, A.M.  
(2022) ‘Pengaruh Annealing Baja St 37  
Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan  
Tarik’, *Jurnal Rekayasa Material,  
Manufaktur dan Energi*, 5(2), pp. 194–  
199.
- Sukarno, N.A. *et al.* (2023) ‘Analisis Sifat  
Mekanik Baja ST 60 Setelah Proses  
Quenching dengan Variasi Waktu’,  
*Jurnal Penelitian dan Pengabdian  
Kepada Masyarakat UNSIQ*, 10(3), pp.  
196–202.
- Yudo, E. (2022) ‘Analisis Kekerasan Baja  
S45C dengan Proses Heat Treatment  
untuk Penggunaan Bahan Pisau Crusher  
Pencacah Plastik’, *Manutech: Jurnal  
Teknologi Manufaktur*, 14(02), pp. 86–  
93.