

Pengaruh Suhu Temper Terhadap Kekerasan dan Laju Korosi Katup Imitasi Truk Barang

Sigit Gunawan^{*1}

¹Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Indonesia
E-mail: gunruscit@gmail.com

Abstrak

Katup merupakan salah satu komponen mesin yang mempunyai fungsi atau peran yang sangat penting dalam proses pembakaran bahan bakar suatu mesin. Katup berfungsi untuk membuka dan menutup saluran hisap dan saluran buang. Material untuk membuat katup harus mempunyai sifat tahan aus dan ketahanan korosi yang cukup tinggi. Produk katup imitasi persyaratan ketahanan aus dan korosi kurang memadai. Maka pada penelitian ini, ingin meningkatkan ketahanan korosi dengan proses *heat treatment*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu temper terhadap kekerasan dan laju korosi katup imitasi truk barang. Variabel penelitian adalah suhu temper. Variasi suhu temper 250°C, 300°C, 350°C, dan 400°C. Metode penelitian ini adalah eksperimen melalui pengujian laboratorium dengan menggunakan proses *tempering*. Katup kemudian dibuat spesimen untuk uji kekerasan, uji korosi dan uji struktur mikro. Spesimen dibuat dalam dua kondisi yaitu kondisi *raw material* dan kondisi dengan perlakuan *tempering*. Proses temper dilakukan dengan cara memanaskan spesimen pada suhu austenit 1000°C waktu tahan 60 menit, dilanjutkan dengan mencelupkan ke dalam oli dan memanaskan kembali spesimen pada suhu 250°C, 300°C, 350°C, dan 400°C dengan waktu tahan 1 jam kemudian didinginkan di udara. Tahap selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan, korosi dan struktur mikro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan suhu temper menyebabkan kekerasan meningkat dan laju korosi cenderung menurun. Kekerasan rata-rata tertinggi 300,8 VHN dan ketahanan korosi tertinggi 0,49 mm/tahun diperoleh pada suhu temper 400°C. Semakin tinggi temperatur temper terbentuk struktur karbid yang menyebabkan benda uji menjadi lebih keras.

Kata kunci: Kekerasan, Korosi, Suhu Temper, Waktu Tahan

Abstract

The valve is one of the engine components that has a very important function or role in the process of burning fuel in an engine. The valve is used to open and close the intake and exhaust ducts. The material for making valves must have high wear resistance and corrosion resistance. Imitation valve products wear and corrosion resistance requirements are inadequate. So in this research, we want to increase corrosion resistance by heat treatment process. This research aims to determine the effect of tempering temperature on the hardness and corrosion rate of imitation truck valves. The research variable is the tempering temperature. Variation of tempering temperature 250°C, 300°C, 350°C, and 400°C. This research method is an experiment through laboratory testing using the tempering process. The valves were then made specimens for hardness tests, corrosion tests and microstructure tests. Specimens were made in two conditions, namely raw material conditions and conditions with tempering treatment. The tempering process is carried out by heating the specimen at austenite temperature of 1000°C with a holding time of 60 minutes, followed by dipping into oil and reheating the specimen at temperatures of 250°C, 300°C, 350°C, and 400°C with a holding time of 1 hour and then cooled in air. The next stage is testing for hardness, corrosion and microstructure. The results showed that increasing the tempering temperature caused the hardness to increase and the corrosion rate to decrease. The highest average hardness of 300.8 VHN and the highest corrosion resistance of 0.49 mm/year were obtained at a tempering temperature of 400°C. The higher the tempering temperature, a carbide structure is formed which causes the test object to become harder.

Keywords: Corrosion, Hardness, Holding Time, Tempering Temperature

1. PENDAHULUAN

Mesin diesel adalah mesin pembakaran dalam dimana udara dikompres ke suhu yang cukup tinggi untuk menyalakan bahan bakar diesel yang disuntikkan ke dalam silinder, dimana pembakaran dan pemancaran menggerakkan piston yang mengubah energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi mekanik. Mesin diesel mengalami banyak inovasi sejak diperkenalkan pertama kali pada tahun 1892 di Jerman oleh Rudolf Diesel. Berbagai riset dan penelitian memberikan perkembangan yang cukup signifikan terutama pada tingkat konsumsi bahan bakar, efisiensi struktur dan komponen mekanis, hingga penggunaan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan. Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa kegagalan komponen mesin disebabkan oleh kerusakan pada permukaan berupa keausan, retak maupun korosi. Korosi memiliki definisi sebagai kerusakan pada material yang disebabkan oleh adanya kontak yang terjadi antara material dengan lingkungan (Fontana, 1987). Korosi merupakan faktor penting dalam mengurangi fungsi permesinan termasuk membatasi usia pemakaian. Hal ini mengakibatkan peningkatan biaya *maintenance*.

Katup merupakan salah satu komponen mesin yang mempunyai fungsi atau peran yang sangat penting dalam proses pembakaran bahan bakar suatu mesin. Katup berfungsi untuk membuka dan menutup saluran hisap dan saluran buang. Tiap silinder dilengkapi dengan dua katup yang masing-masing adalah katup hisap dan katup buang. Material untuk membuat katup harus mempunyai ketahanan korosi yang cukup tinggi. Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk mendapatkan sifat yang demikian adalah dengan menerapkan perlakuan panas. Perlakuan panas yang dapat diterapkan adalah proses *annealing*, *quenching* dan *tempering*. Pada dasarnya perlakuan panas adalah proses memanaskan bahan sampai suhu tertentu dalam jangka waktu tertentu, kemudian didinginkan dengan media tertentu.

Anggoro (2017) telah meneliti pengaruh perlakuan panas *quenching* dan *tempering* terhadap laju korosi baja AISI 420. Hasil penelitian menginformasikan bahwa proses *heat treatment* terhadap baja AISI 420 dapat meningkatkan ketahanan terhadap korosi. Perdana, dkk (2017) telah meneliti pengaruh suhu dan waktu *tempering* terhadap kekerasan, struktur mikro, dan laju korosi baja tahan karat martensitik 13Cr3Mo3Ni dan diperoleh kesimpulan bahwa perlakuan temper pada suhu 300°C sampai 500°C kekerasan cenderung mengalami kenaikan, sedangkan perlakuan temper setelah suhu 500°C menyebabkan kekerasan menurun. Laju korosi cenderung rendah pada suhu temper tinggi. Pradani, dkk (2018) melakukan penelitian tentang analisis kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro pada pengelasan baja ST-60 berdasarkan variasi temperatur temper dan diperoleh hasil kekuatan tarik dan kekerasan meningkat seiring bertambahnya suhu temper.

Rifnaldi dan Mulianti (2019) telah melakukan penelitian tentang pengaruh perlakuan panas *hardening* dan *tempering* terhadap kekerasan baja AISI 1045 dan diperoleh kesimpulan bahwa kekerasan cenderung meningkat dengan naiknya suhu temper, tetapi di bawah suhu 300°C kekerasan mengalami penurunan. Khalid, dkk (2020) meneliti tentang pengaruh variasi temperatur *tempering* terhadap sifat mekanis dan sifat fisis baja AISI 1045 sebagai bahan pisau mesin pencacah plastik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan temper pada suhu 300°C sampai 400°C menyebabkan kekerasan meningkat, sedangkan perlakuan temper suhu 500°C menyebabkan kekerasan menurun.

Santoso, dkk (2021) telah melakukan penelitian tentang analisa pengaruh perlakuan panas *tempering* dengan variasi temperatur dan *holding time* terhadap struktur mikro baja EMS 45 dan diperoleh hasil bahwa pada temperatur kamar struktur mikronya ferit dan perlit, setelah dilakukan perlakuan panas *hardening* 900°C, *holding time* 60 menit dan didinginkan cepat dengan media air mengalami perubahan menjadi struktur martensit. Setelah memperoleh perlakuan *tempering* pada temperatur 500°C, 550°C, dan 600°C dengan *holding time* 30, 60 dan 90 menit terjadi lagi perubahan struktur dari martensit berubah menjadi martensit temper. Akhirudin, dkk (2021) telah meneliti pengaruh variasi temperatur *tempering* terhadap kekerasan dan ketangguhan baja AISI 4340 dan diperoleh kesimpulan bahwa perlakuan temper suhu 550°C dan suhu lebih tinggi menyebabkan kekerasan menurun.

Barry dan Zuraida (2022) telah melakukan penelitian tentang kaji eksperimen pengaruh *hardening* dan *tempering* terhadap kekuatan tarik dan kekerasan pada baja karbon sedang dan diperoleh hasil bahwa proses *hardening* dengan variasi temperatur 900°C diperoleh nilai kekerasan

7,52 HRC dan pada temperatur 920°C diperoleh 8,08 HRC. Hasil uji kekerasan setelah diberi perlakuan temper masing-masing temperatur 500°C yaitu 7,24 HRC dan 6,4 HRC.

Penelitian ini mencoba untuk mengungkapkan efek suhu temper terhadap kekerasan dan laju korosi katup imitasi truk barang. Dengan demikian hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi kontribusi pada industri pembuat katup truk barang, sehingga dapat direncanakan desain konstruksi yang lebih baik.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah katup imitasi truk barang. Komposisi kimia yang terkandung di dalamnya adalah 98,424% Fe, 0,012% S, 0,458% C, 0,022% Ni, 0,203% Si, 0,022% Cr, 0,700% Mn, dan 0,012% P termasuk baja karbon sedang.

2.2. Alat yang digunakan

- Furnace/oven* merk Nabertherm tipe L3/12/C6.
- Mesin uji kekerasan Vickers merk Schmierplan tipe LA-H250RC.
- Mikroskop optik model PME3-313UN, merk Olympus.
- Ultrasonic bath* merk Algeos tipe U300, kapasitas maksimal 2,5 liter.
- Timbangan digital merk Balance tipe GM-300 P
- Chamber* uji korosi.
- Gelas ukur 10 dan 25 ml.
- Alat pemotong logam.
- Kertas amplas, autosol, H₂SO₄ dan larutan etsa.

2.3 Pelaksanaan Penelitian

Diagram alir penelitian sebagai tahap kegiatan ditunjukkan pada Gambar 1. Langkah persiapan awal yaitu pembuatan spesimen untuk uji kekerasan, uji korosi dan uji struktur mikro. Spesimen uji kekerasan dan struktur mikro mempunyai ukuran diameter 14 mm dengan ketebalan 3 mm. Spesimen uji korosi dibuat dengan memotong bahan menjadi 1/4 bagian yang sama besar. Spesimen dibuat dalam dua kondisi yaitu kondisi *raw material* dan kondisi dengan perlakuan panas.

Proses perlakuan panas dilakukan dengan cara memanaskan spesimen pada suhu austenit 1000°C selama 60 menit, kemudian spesimen diberi perlakuan *quenching* dengan cara mencelupkan ke dalam media pendingin berupa oli sampai suhu kamar. Tahap selanjutnya dilakukan proses temper pada spesimen yang telah diberi perlakuan quench dengan variasi suhu 250°C, 300°C, 350°C dan 400°C dengan waktu tahan masing-masing selama 1 jam lalu didinginkan di udara.

Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode kekerasan Vickers dengan beban indentasi 30 kg. Penetrator piramid intan ditekan ke permukaan yang akan diukur kemudian dicari panjang diagonal rata-ratanya. Sebelumnya permukaan spesimen dihaluskan dengan kertas amplas no. 120, 200, 400, 800 dan 1000. Selanjutnya dilakukan lagi penghalusan menggunakan autosol sampai bekas goresan-goresan hilang. Nilai kekerasan Vickers dicari menggunakan rumus: (Dieter, 1993)

$$VHN = \frac{1,854 \times P}{D^2} \quad (1)$$

Pada persamaan (1), VHN adalah nilai kekerasan Vickers (VHN), P adalah beban indentasi (kg), dan D adalah panjang diagonal rata-rata (mm).

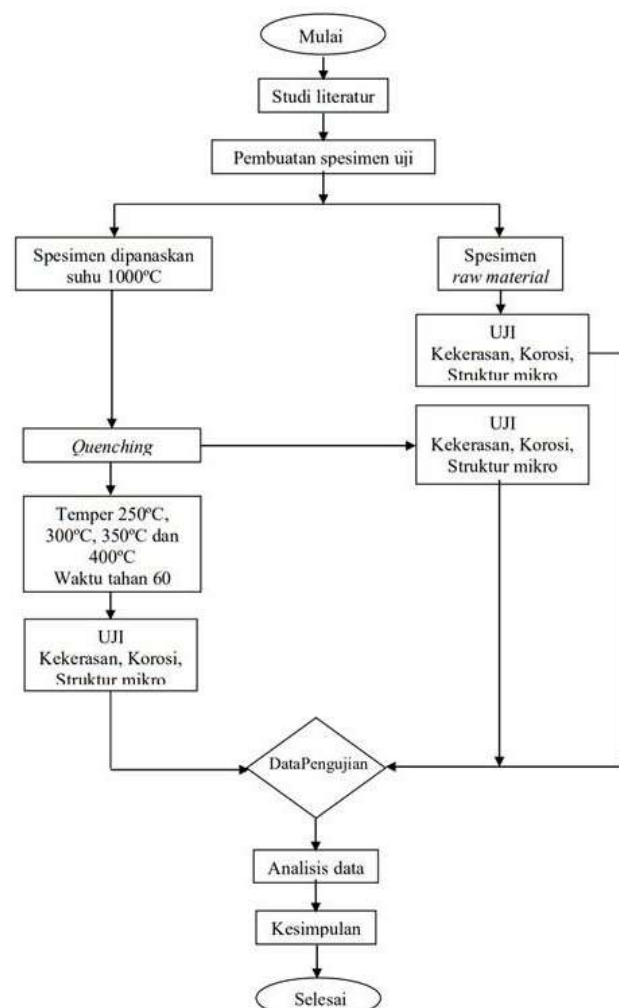
Pengujian korosi menggunakan metode kehilangan berat yaitu benda uji sebelum dan sesudah dilakukan pengujian ditimbang untuk mengetahui selisih beratnya. Waktu pengkorosi yang digunakan

adalah 100 jam. Menurut ASTM International (2005) laju korosi dengan metode pengurangan berat dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$CR = 534 \frac{W}{D.A.T} \quad (2)$$

Pada persamaan (2), CR adalah laju korosi (mpy). W adalah kehilangan berat (mg), D adalah berat jenis spesimen (gr/cm^3), A adalah luas permukaan spesimen (in^2), sedangkan T adalah waktu (jam).

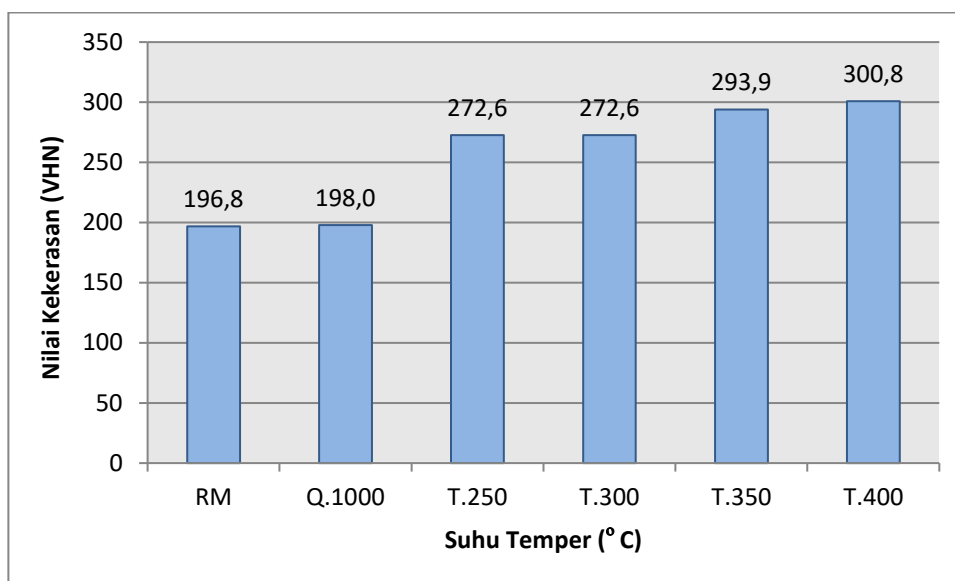
Struktur mikro diamati dengan miskroskop optik perbesaran 200 kali. Sebelumnya permukaan spesimen dihaluskan dengan amplas no. 120, 200, 400, 800 dan 1000. Setelah permukaan halus, dilakukan lagi penghalusan menggunakan autosol sampai permukaan menjadi mengkilat, kemudian dietsa dengan larutan etsa ($\text{HNO}_3 + \text{Etanol}$).



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

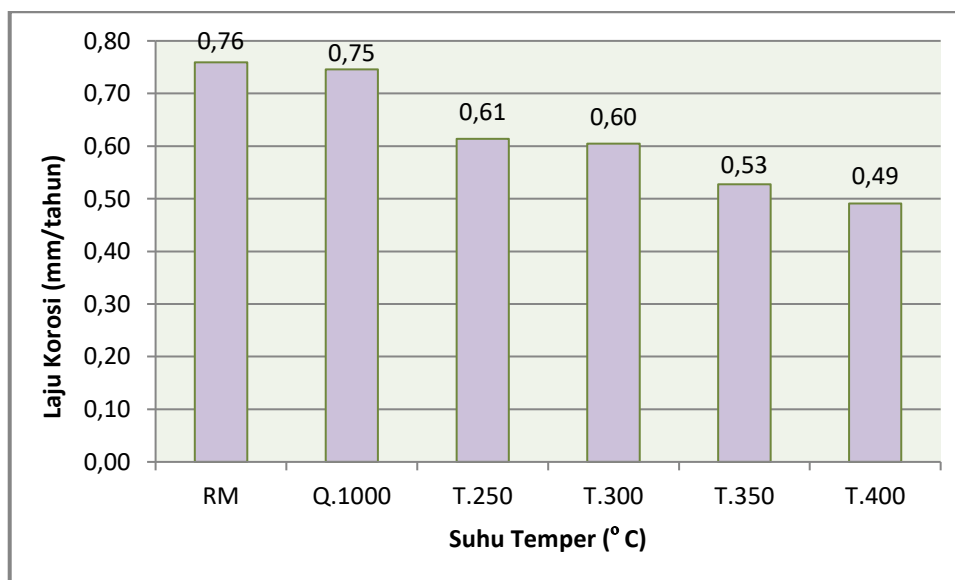
Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode kekerasan Vickers dengan beban indentasi 30 kg. Penetrator piramid intan ditekankan kepermukaan yang akan diukur kemudian dicari panjang diagonal rata-ratanya. Hubungan antara suhu temper dan kekerasan diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan antara suhu temper dan kekerasan

Gambar 2 memperlihatkan bahwa nilai kekerasan rata-rata tertinggi adalah 300,8 VHN diperoleh pada suhu temper 400°C dan nilai kekerasan rata-rata terendah adalah 196,8 VHN diperoleh pada spesimen *raw material*. Secara umum terlihat bahwa kenaikan suhu temper menyebabkan kekerasan permukaan bahan cenderung mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena terbentuknya karbida pada batas butir yang menyebabkan benda uji menjadi lebih keras.

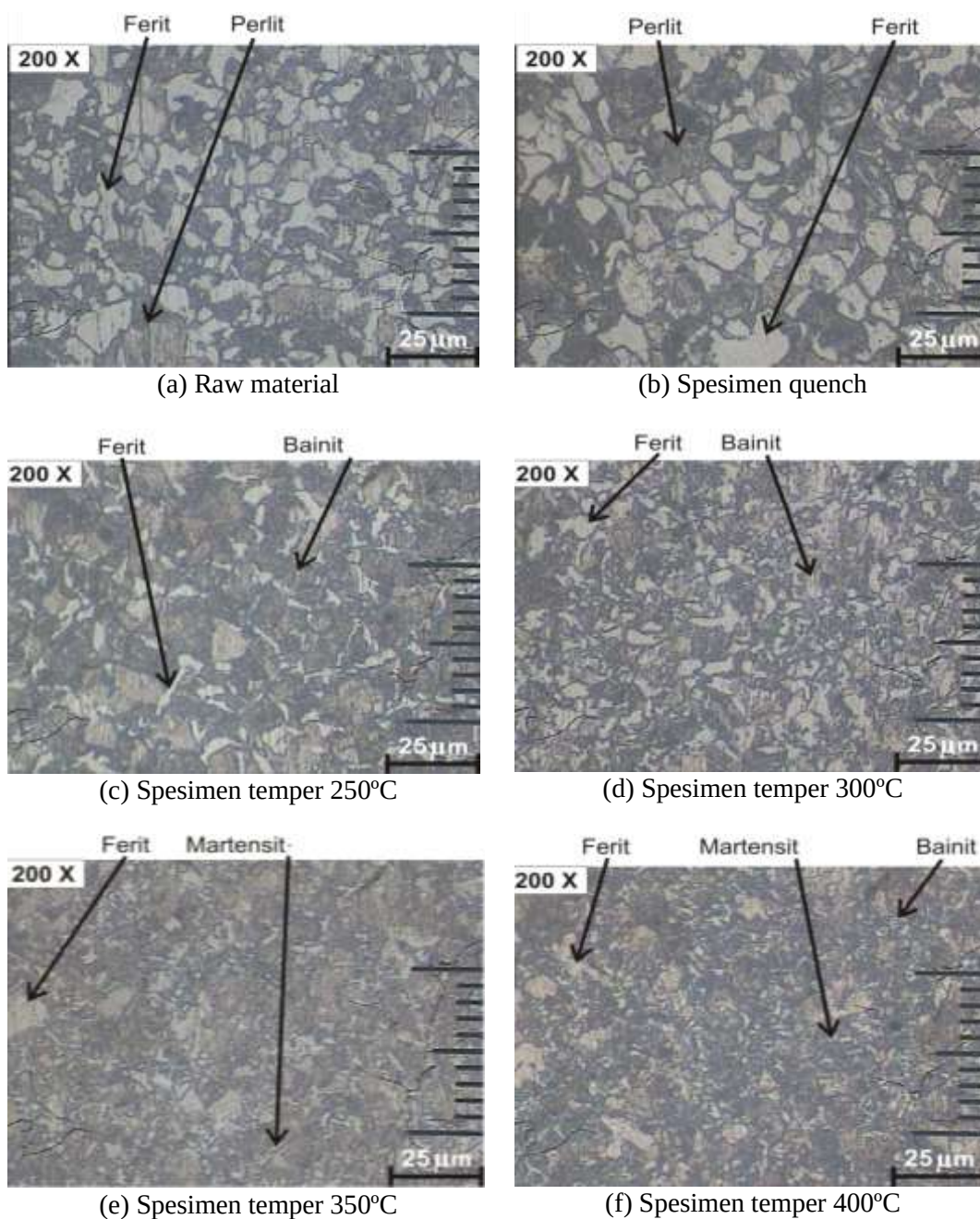
Hubungan antara suhu temper dan laju korosi ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan antara suhu temper dan laju korosi

Pengujian korosi menggunakan metode kehilangan berat yaitu benda uji sebelum dan sesudah dilakukan pengujian ditimbang untuk mengetahui selisih beratnya. Gambar 3 menunjukkan bahwa laju korosi tertinggi diperoleh pada spesimen *raw material*, yaitu 0,76 mm/tahun. Ketahanan korosi tertinggi diperoleh pada suhu temper 400°C, yaitu 0,49 mm/tahun. Ketahanan korosi cenderung meningkat seiring dengan peningkatan suhu temper. Jika dianalisis dari perubahan yang terjadi pada struktur mikro akibat proses *heat treatment*, maka penurunan jumlah perlit yang terjadi cenderung menurunkan laju korosi.

Gambar 4 memperlihatkan hasil pengujian struktur mikro. Hasil pengujian foto mikro menginformasikan bahwa struktur mikro *raw material* adalah ferit dan perlit. Ferit memiliki warna terang, cenderung lebih halus dan lunak serta merupakan unsur besi murni. Perlit berwarna lebih gelap, lebih kasar dan lebih keras karena lebih banyak mengandung karbon. Struktur mikro hasil *quenching* masih didominasi oleh ferit dan perlit. Spesimen yang mendapat perlakuan temper pada suhu 250°C menghasilkan struktur mikro ferit dan terbentuk struktur bainit. Spesimen yang mendapat perlakuan temper pada suhu 300°C menghasilkan struktur mikro yang sama dengan spesimen yang mendapatkan perlakuan temper pada suhu 250°C, namun struktur bainit yang terbentuk menjadi lebih banyak. Pada spesimen yang mendapat perlakuan temper pada suhu 350°C menghasilkan struktur mikro ferit, martensit dan mulai muncul karbida. Spesimen yang mendapat perlakuan temper pada suhu 400°C memperlihatkan bahwa karbida dan martensit yang terbentuk menjadi semakin banyak. Hal ini menyebabkan kekerasan cenderung naik.



Gambar 4. Hasil pengujian struktur mikro

4. KESIMPULAN

Kekerasan rata-rata tertinggi diperoleh pada suhu temper 400°C, yaitu 300,8 VHN dan kekerasan rata-rata terendah diperoleh pada spesimen *raw material*, yaitu 196,8 VHN. Kekerasan cenderung meningkat bila suhu temper naik.

Ketahanan korosi tertinggi yaitu 0,49 mm/tahun dicapai pada suhu temper 400°C. Kenaikan suhu temper menyebabkan laju korosi menurun.

Hasil uji struktur mikro memperlihatkan bahwa struktur mikro *raw material* adalah ferit dan perlit. Seiring naiknya suhu temper terbentuk struktur martensit dan karbida yang menyebabkan kekerasan cenderung meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhirudin, M. R., Taufikurrahman., & Karmin. (2021). Pengaruh Variasi Temperatur Tempering Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Baja AISI 4340. *Jurnal Teknologi Terapan*, Vol. 2, No. 3.
- Anggoro, S. (2017). Pengaruh Perlakuan Panas Quenching dan Tempering Terhadap Laju Korosi Pada Baja AISI 420. *Jurnal ENGINE*, Vol. 1, No. 2, pp. 19-29.
- ASTM International. (2005). *Corrosion Test and Standar: Application and Interpretation*. Second Edition.
- Barry, A., & Zuraida. (2022). Kaji Eksperimen Pengaruh Hardening dan Tempering Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Pada Baja Karbon Sedang. *Jurnal ARMATUR*. Vol. 3, No. 1.
- Dieter, G. E. (1993). *Mechanical Metallurgy*, Terj. Sriati Djaprie, Edisi ke-3 (1), Erlangga, Jakarta.
- Fontana, G. M. (1987). *Corrosion Engineering*, 3th Ed. McGraw Hill Inc, Singapore.
- Khalid., Kardiman., & Viktor, N. (2020). Pengaruh Variasi Temperatur Tempering Terhadap Sifat Mekanis dan Sifat Fisis Baja AISI 1045 Sebagai Bahan Pisau Mesin Pencacah Plastik. *Jurnal Dinamika*, Vol. 12, No. 1.
- Perdana, H., dkk. (2017). Pengaruh Suhu dan Waktu Tempering Terhadap Kekerasan, Struktur Mikro, dan Laju Korosi Baja Tahan Karat Martensitik 13Cr3Mo3Ni. *Jurnal Metalurgi*, Vol. 32, No. 1, LIPI.
- Pradani, Y. P., Yuliana, A., & Muhammad, H. R. (2018). Analisis Kekuatan Tarik, Kekerasan, dan Struktur Mikro Pada Pengelasan Baja ST-60 Berdasarkan Variasi Temperatur Temper. *G-Tech*, Vol. 2, No. 1.
- Rifnaldi, R., & Muliarti. (2019). Pengaruh Perlakuan Panas Hardening dan Tempering Terhadap Kekerasan (Hardness) Baja AISI 1045. *Jurnal Ranah Research*, Vol. 1.
- Santoso, E., Ninik, M., & Mufti. (2021). Analisa Pengaruh Perlakuan Panas Tempering Dengan Variasi Temperatur dan Holding Time Terhadap Struktur Mikro Baja EMS 45. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 7, No. 1, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Halaman Ini Dikosongkan