

**PENGARUH VARIASI MEDIA *QUENCHING* DAN  
*TEMPERING* TERHADAP SIFAT KEKERASAN DAN  
STRUKTUR MIKRO PADA BAJA MANGAN JIS G 5131  
UNTUK APLIKASI *HAMMER CRUSHER***

**JURNAL ILMIAH**



**Oleh:**

**DHAFI ATHAROBBY YUSSY**

**123.18.009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL  
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN  
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG**

**2022**

**"PENGARUH VARIASI MEDIA *QUENCHING* DAN  
*TEMPERING* TERHADAP SIFAT KEKERASAN DAN  
"STRUKTUR MIKRO PADA BAJA MANGAN JIS G 5131  
UNTUK APLIKASI HAMMER CRUSHER"**

**JURNAL ILMIAH**

Oleh

**DHAFI ATHAROBBY YUSSY**

**123.18.009**

Kota Deltamas, 15 September 2022

Menyetujui,

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T.**

**NIP. 197412042008011011**

**Dosen Pembimbing II**



**Andrie Harmaji, S.T., M.T.**

**NIK. 19910107201607516**

**PENGARUH VARIASI MEDIA *QUENCHING* DAN  
*TEMPERING* TERHADAP SIFAT KEKERASAN DAN  
STRUKTUR MIKRO PADA BAJA MANGAN JIS G 5131  
UNTUK APLIKASI HAMMER CRUSHER**

**Dhafi Atharobby Yussy<sup>1</sup>, Akhmad Ardian Korda<sup>2</sup>, Andrie Harmajie<sup>3</sup>**

Program Studi Teknik Metalurgi, Institut Teknologi Dan Sains Bandung<sup>1</sup>

*Email* : dhafi.yussy@gmail.com

**ABSTRAK**

Baja JIS G 5131 atau baja mangan (*manganese steel*) merupakan salah satu baja yang biasa digunakan untuk komponen *crusher*, selain untuk *crusher* baja paduan ini juga banyak digunakan untuk *excavator buckets* dan *loader shovels*, karena baja JIS G 5131 merupakan baja paduan dengan sifat ketahanan impak dan ketahanan aus tinggi dengan komposisi karbon, mangan, silikon, kromium, molibdenum dan/atau tungsten. Baja JIS G 5131 harus memiliki kekerasan dan ketangguhan yang sesuai standar agar tidak terjadi kegagalan pada saat pemakain operasional. Proses perlakuan panas atau heat treatment dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik dari baja mangan JIS G 5131 seperti misalnya kekerasan, kekuatan atau keuletannya. Percobaan ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi media *quenching* pada proses *hardening* dan *tempering* terhadap sifat kekerasan. Spesimen uji dipanaskan pada temperatur 950°C dengan waktu *holding* 26 menit kemudian didinginkan menggunakan media *quenching* oli dan air. Setelah proses *hardening* dilanjutkan proses *tempering* pada temperatur 500°C dengan waktu *holding* 60 menit kemudian didinginkan dengan udara pada suhu ruang. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *Rockwell C Hardness* dan *Olympus Metallurgical Microscope*. Hasil dari percobaan menunjukkan bahwa nilai kekerasan tertinggi terdapat pada proses *hardening* menggunakan media *quenching* air yaitu 27,51 HRC, dan terdiri dari fasa *austenite* dan presipitasi karbida ((FeMn)<sub>3</sub>C) yang halus, dalam hal itu menghasilkan peningkatan kekerasan dikarenakan fenomena *precipitation hardening*, yang membentuk presipitasi karbida di dalam *austenite*, pada media pendingin ini baja mangan menjadi lebih keras. Dengan demikian perubahan struktur mikro mempengaruhi peningkatan kekerasan pada baja JIS G 5131.

Kata Kunci: *Hammer Crusher*, baja mangan JIS G 5131, *heat treatment*, *hardening*, *quenching*, *tempering*, kekerasan

***THE EFFECT OF QUENCHING MEDIA VARIATIONS AND TEMPERING AGAINST  
VIOLENCE AND MICROSTRUCTURE OF JIS G 5131 MANGANESE STEEL  
FOR HAMMER CRUSHER APPLICATION***

**Dhafi Atharobby Yussy<sup>1</sup>, Akhmad Ardian Korda<sup>2</sup>, Andrie Harmajie<sup>3</sup>**

*Metallurgical Engineering Study Program, Bandung Institute of Technology and Science<sup>1</sup>*

*Email : dhafi.yussyy@gmail.com*

***ABSTRACT***

*JIS G 5131 steel or manganese steel is one of the steels commonly used for crusher components, in addition to alloy steel crushers it is also widely used for excavator buckets and loader shovels, because JIS G 5131 steel is an alloy steel with impact resistance properties. and high wear resistance with compositions of carbon, manganese, silicon, chromium, molybdenum and/or tungsten. JIS G 5131 steel must have a standard hardness and toughness so that failure does not occur during operational use. The heat treatment process is carried out to improve the mechanical properties of JIS G 5131 manganese steel such as hardness, strength or ductility. This experiment aims to analyze the effect of variations in quenching media on the hardening and tempering processes on the hardness properties. The test specimen was heated at a temperature of 950°C with a holding time of 26 minutes and then cooled using oil and water quenching media. After the hardening process, the tempering process was continued at a temperature of 500°C with a holding time of 60 minutes and then cooled with air at room temperature. The tests carried out in this study were Rockwell C Hardness and Olympus Metallurgical Microscope. The results of the experiment show that the highest hardness value is found in the hardening process using water quenching media, which is 27.51 HRC, and consists of austenite phase and smooth carbide precipitation ((FeMn)<sub>3</sub>C), in that it produces an increase in hardness due to the phenomenon of precipitation hardening, which forms carbide precipitation in the austenite, in this cooling medium the manganese steel becomes harder. Thus, changes in the microstructure affect the increase in hardness of JIS G 5131 steel.*

*Keywords: Hammer Crusher, JIS G 5131 manganese steel, heat treatment, hardening, quenching, tempering, hardness*

## A. PENDAHULUAN

Pada dunia industri mineral maupun mekanik, crusher merupakan alat yang sangat penting untuk digunakan, salah satunya adalah hammer crusher. Hammer crusher adalah sebuah alat penggiling yang mempunyai rotor yang dapat berputar dan mempunyai alat pemecah berbentuk palu dimana palu-palu tersebut digantung pada suatu rotor/piringan/silinder yang dapat berputar dengan cepat.

Baja JIS G 5131 atau baja mangan (manganese steel) merupakan salah satu baja yang biasa digunakan untuk komponen crusher, selain untuk crusher baja paduan ini juga banyak digunakan untuk excavator buckets dan loader shovels, karena baja JIS G 5131 merupakan baja paduan dengan sifat ketahanan impak dan ketahanan aus tinggi dengan komposisi karbon, mangan, silikon, kromium, molibdenum dan/atau tungsten. Struktur mikro baja mangan didominasi oleh austenit yang mempunyai keuletan yang tinggi dengan harga kekerasan 200 – 250 BHN, namun dengan perlakuan panas austenisasi-quenching dibawah 1100°C (berkisar 950-1100°C), kekerasan bisa meningkat hingga 550 BHN (Bahfie et al. 2020).

Perlakuan panas adalah suatu metode yang dipergunakan untuk merubah sifat-sifat mekanik dari suatu baja seperti

misalnya kekerasan, kekuatan atau keuletannya. Material baja yang telah mengalami proses perlakuan panas quenching akan memiliki sifat yang lebih baik, seperti meningkatnya kekerasan dan kekuatan tarik namun material tersebut mempunyai sifat getas. Untuk menurunkan sifat getas pada suatu material terutama material yang telah melalui proses quenching perlu dilakukan perlakuan panas lebih lanjut, salah satunya adalah perlakuan panas berupa tempering. Tempering adalah proses memanaskan kembali baja yang sudah di quenching pada temperatur dibawah temperatur kritis dengan tujuan untuk memperoleh kombinasi antara keuletan dan ketangguhan yang tinggi (Purnomo, Jokosisworo, and Budiarto 2019).

Dalam penelitian ini berfokus pada pengaruh dari perlakuan panas quenching dan tempering terhadap perubahan sifat mekanik baja mangan JIS G 5131 berupa kekerasan dan metalografi. Hasil dari perubahan sifat mekanik dan struktur mikro pada material baja mangan JIS G 5131 yang dikenai perlakuan panas dengan variasi media quenching ditelaah baik secara perubahan nilai kekerasan, maupun perubahan morfologi dan/fasa yang ada pada mikrostruktur baja tersebut.

## **B. METODOLOGI PENELITIAN**

### **a. Alat dan Bahan**

Pada penelitian ini alat yang digunakan adalah Muffle furnace, mesin gerinda, spidol, mesin grinding, penggaris, kain bludru, alat uji mikrostruktur, dan alat uji kekerasan rockwell C.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja JIS G 5131, air, larutan etsa kimia: nital 5% (5 ml HNO<sub>3</sub> + 45 ml Etanol), kertas amplas grit 80, 240, 320, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1500, dan 2000.

### **b. Prosedur Perlakuan Panas**

Baja JIS G 5131 ini dipotong menjadi 5 buah sampel, menggunakan mesin gerinda dengan dimensi 30 mm x 11 mm, hasil pemotongan yang tidak rata kemudian dibubut agar rata pada saat proses pemanasan dan tidak melukai tangan saat dilakukannya pengujian. Dari 5 sampel baja JIS G 5131, 1 sampel tidak dilakukan proses perlakuan panas (as-cast), hanya dilakukan pengujian kekerasan dan struktur mikro. Proses heat treatment yang dilakukan pada penelitian ini meliputi austenisasi dengan temperatur 950°C dimulai dari temperatur ruang, pada proses perlakuan panas ini diawali dengan dimasukkannya 4 sampel baja JIS G 5131 ke dalam furnace dengan temperatur 950°C dengan waktu penahanan selama 30 menit. Tujuan dari tahapan pertama ini adalah untuk menyeragamkan fasa pada baja

menjadi austenite. Tahapan kedua, setelah dilakukannya penahanan selama 30 menit selanjutnya adalah quenching, yaitu sampel baja yang di keluarkan dari furnace kemudian 2 sampel dimasukkan ke dalam media pendingin air dan 2 sampel lainnya dimasukkan ke dalam media pendingin oli SAE 40. Pada taahapan ketiga, 2 sampel yang sudah melalui proses austenisasi kemudian dilakukan proses tempering dengan masing-masing merupakan sampel hasil quenching oli dan air dengan temperatur 500°C dengan waktu penahanan 60 menit dan pendinginan pada suhu ruang.

### **c. Prosedur Pengujian Metalografi**

Pengujian metalografi bertujuan untuk mengetahui struktur mikro dan fasa-fasa yang terbentuk sebelum dan sesudah dilakukannya proses heat treatment pada spesimen uji, pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Besar Logam dan Mesin Bandung.

Adapun tahapan yang dilakukan pada pengujian metalografi adalah sebagai berikut:

#### **a) Pemotongan (Cutting)**

Pemotongan spesimen cukup dalam dimensi yang tidak terlalu besar dan tidak boleh menjadi panas berlebihan dalam proses pemotongan untuk menghindari

rusaknya struktur spesimen tersebut akibat panas.

b) Pengampelasan (Grinding)

Sampel yang sudah dipotong kemudian dilakukan pengampelasan, yang bertujuan untuk meratakan permukaan sampel dengan kertas amplas kasar hingga halus, proses pengampelasan dilakukan pada kondisi basah untuk menghindari terjadinya gesekan yang mengakibatkan panas. Ukuran grit amplas yang digunakan adalah 80, 240, 320, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1500, dan 2000.

c) Pemolesan (Polishing)

Setelah dilakukan pengampelasan sampel dilanjutkan dengan pemolesan, di mana pemolesan bertujuan untuk menghaluskan serta menghilangkan goresan-goresan selama proses grinding dengan menggunakan kain beludru (polishing cloth) dan larutan alumina.

d) Pengetsaan (Etching)

Proses etsa bertujuan untuk memunculkan struktur mikro pada sampel logam dengan menggunakan cairan etsa. Pada penelitian ini cairan etsa yang digunakan adalah Nital 5% (5 ml HNO<sub>3</sub> + 95 ml Etanol). Proses etsa dilakukan dengan mencelupkan sampel pada larutan Nital dalam waktu beberapa detik dan tidak terlalu lama, jika terlalu lama permukaan sampel akan over etching sehingga struktur mikro tidak terlihat.

#### **d. Prosedur Pengujian Kekerasan**

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan suatu logam yaitu. Pada penelitian ini alat pengujian kekerasan yang digunakan adalah Rockwell hardness test yang menggunakan indentor kerucut intan berbentuk piramida, Besar sudut antar permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah 120°, dan skala beban yang digunakan adalah skala C yaitu dengan beban 150 kgf. Pengujian kekerasan dengan metode rockwell pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Besar Logam dan Mesin Bandung.

### **C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **a. Pengujian Komposisi**

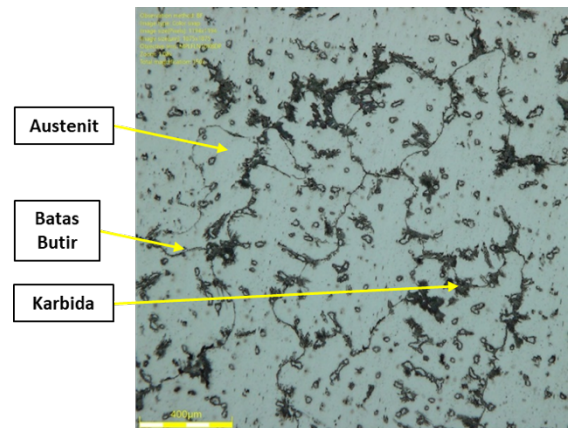
Unsur Karbon (C) dalam paduan baja mangan sebesar 1,048% berpengaruh terhadap kekuatan tarik, kekuatan luluh, ketahanan aus, elongasi dan pertumbuhan senyawa karbida pada baja mangan Austenitik.

Unsur mangan sebesar 11,64% memberikan peningkatan terhadap kekuatan, resistansi terhadap aus dan pembebanan impact. Baja mangan tinggi atau baja paduan mangan austenitik secara teoritik, dimana baja ini mempunyai sifat dan karakteristik tertentu yang tidak dimiliki oleh kebanyakan jenis baja biasa.

Penambahan unsur paduan pada baja mangan akan memberikan sifat khusus, diantaranya ketahanan benturan, ketahanan aus, dan tingkat keuletannya yang tinggi. Sifat-sifat ini merupakan keunggulan dari suatu material yang pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas serta nilai jual yang cukup signifikan. Baja paduan mangan dengan kandungan mangan tinggi (11,0-14,5%), dan karbon tinggi

#### **b. Analisis Struktur Mikro Baja JIS G 5131 Tanpa Perlakuan Panas**

Dari hasil pengamatan struktur mikro material baja mangan austenitik hasil pengecoran (*as-cast*) ditunjukkan fasa-fasa yang terbentuk adalah fasa karbida pada batas butir dengan matriks austenit. Austenit ini masih mendominasi karena merupakan struktur utama dari baja mangan austenitik. fasa yang dihasilkan adalah austenit sebagai matriks dan sejumlah karbida pada batas butir. Fasa karbida inilah yang menyebabkan kegetasan pada baja mangan austenitik hasil pengecoran (*as cast*). Untuk memperoleh fasa austenite seluruhnya dan menghilangkan fasa karbida pada batas butir, maka perlu dilakukan proses heat treatment. Struktur mikro yang terbentuk pada baja mangan austenitik sebagai akibat dari perlakuan yang dialaminya akan sangat menentukan sifat mekanik dari baja mangan austenitik tersebut



Gambar 1: Struktur mikro spesimen baja mangan JIS G 5131 tanpa perlakuan panas (*as-cast*) menggunakan etsa nital 5%

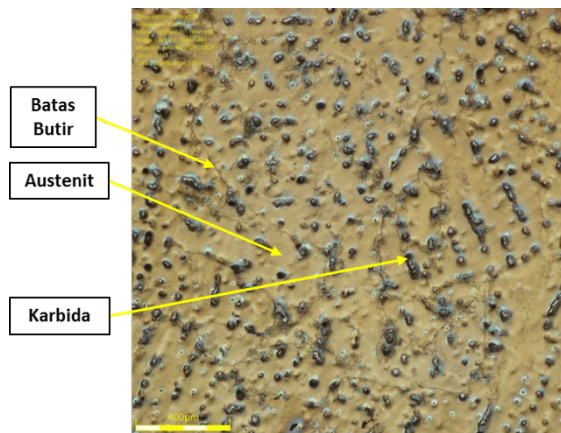
#### **c. Analisis Struktur Mikro Baja JIS G 5131 Dengan Perlakuan Panas Hardening Menggunakan Media Pendingin Oli**

Dari hasil pengamatan struktur utama yang terbentuk pada spesimen ini masih terdiri dari fasa austenite dan karbida dengan adanya batas butir. Karbida tersebut merupakan karbida yang belum larut pada saat proses pemanasan austenisasi, hal ini bisa disebabkan karena kurangnya holding time atau waktu penahanan pada saat proses austenisasi. Perlakuan panas dengan laju pendinginan yang relatif lambat akan menghasilkan fasa karbida ((FeMn)<sub>3</sub>C) (Mujaddedy, Jufriadi, and Ibrahim 2020).

Semakin lambat laju pendinginan dari proses austenisasi/solution treatment maka karbida yang terbentuk akan semakin banyak. Struktur mikro untuk media



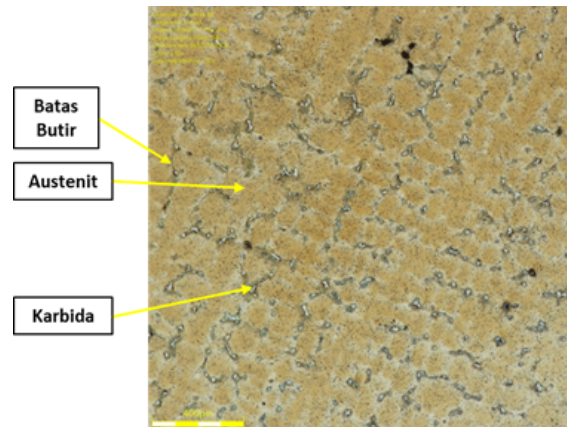
pendingin oli melepaskan kalor relatif lebih lambat dibandingkan media pendingin air. Dalam hal itu terjadi pelunakan karena presipitat yang berdispersi halus mengalami pengasaran sehingga pada media pendingin ini baja mangan menjadi lebih lunak (Setiawan n.d.).



Gambar 2: Struktur mikro spesimen baja mangan JIS G 5131 dengan perlakuan *quenching* (950°C) menggunakan media pendingin oli dengan etsa nital 5%

Gambar 3 di bawah ini menunjukkan struktur mikro baja mangan austenitik dengan proses *quenching* dengan temperature 950 °C dengan media pendingin oli dan tempering pada temperatur 500 C. Struktur yang terbentuk pada perlakuan ini adalah matriks austenite dan karbida ((FeMn)<sub>3</sub>C) . Austenit ini masih mendominasi karena merupakan struktur utama dari baja mangan austenitik. Karbida ((FeMn)<sub>3</sub>C) terlihat lebih berkurang bila dibandingkan dengan *quenching* saja, hal ini terjadi karena

tingginya temperatur tempering dan dengan holding time 60 menit memberikan waktu yang cukup panjang bagi atom C yang berada pada karbida untuk berdifusi kedalam fasa austenite sehingga banyak karbida yang larut (Kurniawan and Setiyorini 2014).

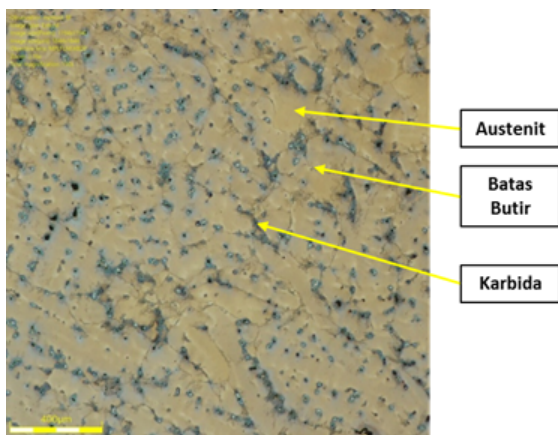


Gambar 3: Struktur mikro spesimen baja mangan JIS G 5131 dengan perlakuan *quenching + tempering* (500°C) menggunakan media pendingin oli dengan etsa nital 5%

#### d. Analisis Struktur Mikro Baja JIS G 5131 Dengan Perlakuan Panas Hardening Menggunakan Media Pendingin Air

Pada perlakuan panas *quenching* fasa yang terbentuk adalah karbida pada batas butir prior austenit (gamma). Bila dilihat dari gambar masih ada sisa karbida pada saat proses pemanasan austenisasi, hal ini bisa disebabkan karena kurangnya holding time atau waktu penahanan pada saat proses austenisasi.

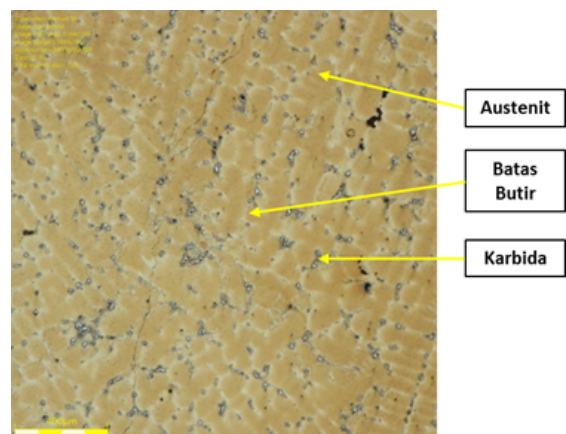
Pada gambar struktur mikro yang terbentuk pada baja mangan austenitik sebagai akibat dari perlakuan yang dialaminya akan sangat menentukan sifat mekanik dari baja mangan austenitik tersebut. Struktur mikro untuk media pendinginan air lebih halus bila dibandingkan dengan media pendinginan oli. Dalam hal itu menghasilkan peningkatan kekerasan dikarenakan fenomena precipitation hardening, yang membentuk presipitasi karbida di dalam austenit, pada media pendingin ini baja mangan menjadi lebih keras. Peningkatan kekerasan ini dapat terjadi karena adanya peningkatan kadar kelarutan karbida yang meningkatkan kadar karbon dalam austenit (Anggoro et al. 2017).



Gambar 4: Struktur mikro spesimen baja mangan JIS G 5131 dengan perlakuan *quenching* (950°C) menggunakan media pendingin air dengan etsa nital 5%

Pada gambar 5 di bawah ini menunjukkan struktur mikro baja mangan austenitik dengan proses quenching dengan

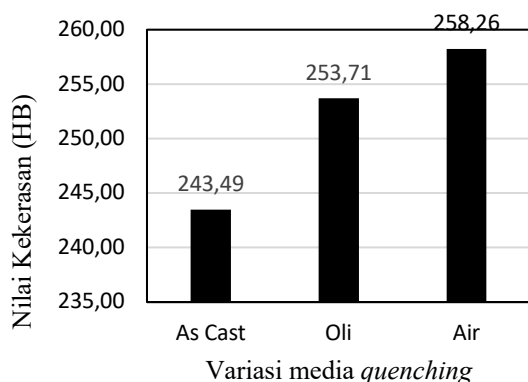
temperature 950 °C dengan media pendingin air dan tempering pada temperatur 500 °C. Dapat dilihat tidak ada perubahan yang signifikan ketika diberikan tempering 500 °C pada struktur mikro, karena baja mangan tinggi fasanya akan stabil di austenite karena mangan adalah pengstabil austenite. Maka baja tetap menghasilkan matriks austenite yang masih dominan karena merupakan struktur utama dari baja mangan austenitik, dan presipitasi karbida (FeMn)<sub>3</sub>C yang lebih larut bila dibandingkan dengan quenching saja karena pada tempering itu mengurangi tegangan sisa yang diikuti kelarutan pada karbida. Unsur mangan yang tinggi sekitar 11% menjadikannya berikatan dengan Fe dan karbon. Komposisi mangan yang tinggi tidak seluruhnya dapat larut pada struktur austenit.



Gambar 5: Struktur mikro spesimen baja mangan JIS G 5131 dengan perlakuan *quenching* + *tempering* (500°C) menggunakan media pendingin air dengan etsa nital 5%

### e. Pengaruh Variasi Media Quenching Terhadap Kekerasan Pada Baja JIS G 5131

Variasi media quenching dilakukan dengan media pendingin yang berbeda yaitu oli dan air dengan temperature hardening sebesar 950 °C. Grafik perbandingan kekerasan hasil quenching ditunjukkan pada gambar 4.6. Nilai kekerasan dengan media quenching oli adalah sebesar 253.71 HB, sedangkan spesimen dengan quenching berupa air, memiliki nilai kekerasan sebesar 258.26 HB. Media quenching air memiliki hasil kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan media quenching oli, perbedaan kekerasan ini, terjadi sebesar 4.55 HB. Kedua nilai kekerasan ini memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan sampel as-cast. Hal ini membuktikan bahwa proses quenching dengan menggunakan oli, memiliki pelepasan kalor yang relatif lebih lambat dibandingkan media quenching air (Mujaddedy et al. 2020).



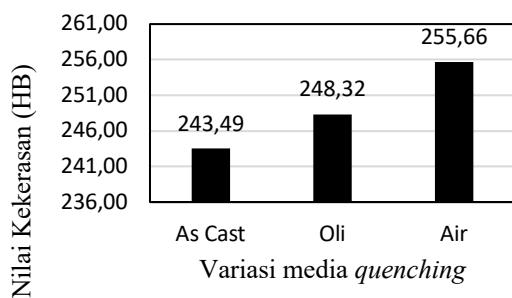
Gambar 6: Hasil Uji Kekerasan spesimen baja mangan JIS G 5131 dengan perlakuan *quenching* (950°C) menggunakan media pendingin oli dan air

### f. Pengaruh Tempering Dengan Variasi Media Quenching Terhadap Kekerasan Pada Baja JIS G 5131

Proses tempering dilakukan setelah proses pendinginan cepat yang bertujuan untuk menurunkan sifat mekanik terutama kekerasan agar tidak terlalu getas dan menambah ketangguhan pada baja. Tempering terhadap sampel yang dikenai proses quenching dengan quenchant oli dan air dilakukan pada temperature sebesar 500 °C. Grafik perbandingan kekerasan hasil tempering ditunjukkan pada Gambar 4.7. Nilai kekerasan tempering dengan media quenching oli adalah sebesar 248,32 HB, sedangkan spesimen tempering dengan quenching media air, memiliki nilai kekerasan sebesar 255.66 HB. Tempering dengan menggunakan media quenching air memiliki hasil kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tempering menggunakan media quenching oli, perbedaan kekerasan ini, terjadi sebesar 7,34 HB.

Hal ini membuktikan bahwa proses tempering dengan temperatur yang semakin tinggi dapat menurunkan kekerasan sedangkan keuletannya bertambah (Alexander dkk, Sriatie Djaprie, 1990).

Dasar Metalurgi untuk Rekayasawan, Jakarta Gramedia). Pada proses tempering terjadi precipitation hardening. Pada proses ini atom – atom yang dipaksa diam akibat proses quenching, mulai bergerak kembali karena proses pemanasan dan berdifusi membentuk presipitat fasa kedua (Supendi, 2009).

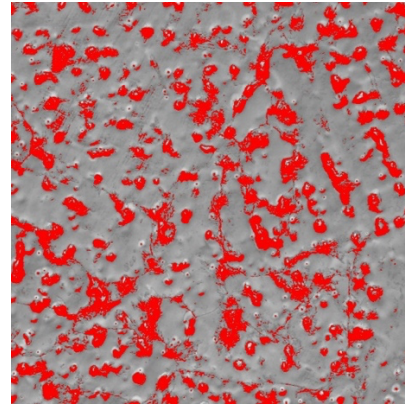


Gambar 7: Hasil uji kekerasan spesimen baja mangan JIS G 5131 dengan perlakuan *quenching* + *tempering* (500°C) menggunakan media pendingin oli dan air

#### g. Analisa Perhitungan Persentasi Fasa Pada Baja Mangan JIS G 5131

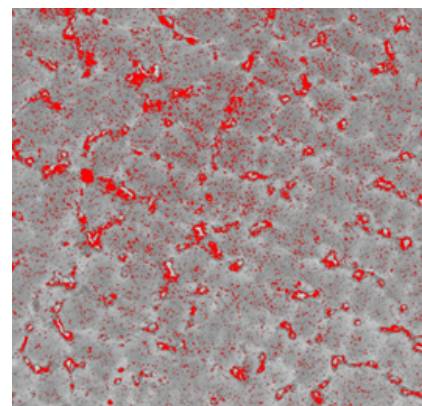
Melalui suatu program aplikasi selektor fraksi transformasi fasa yang bernama *image J*, aplikasi tersebut gambar mikrostruktur dapat dihitung berapa presentasi fasa yang ada.

Pada gambar 8 di bawah ini hasil perbesaran optik, warna abu-abu adalah fasa austenit dengan presentase 79,66%. Warna merah adalah karbida ((FeMn)<sub>3</sub>C) dengan presentase sebesar 20,34%.



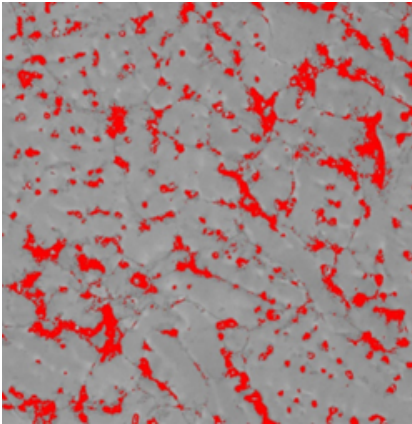
Gambar 8: Struktur mikro fraksi transformasi fasa perhitungan ekstraksi baja mangan JIS G 5131 dengan perlakuan *quenching* (950°C) menggunakan media pendingin oli

Pada gambar 9 di bawah ini asil perbesaran optik, warna abu-abu adalah fasa austenit dengan presentase 90,83%. Warna merah adalah karbida ((FeMn)<sub>3</sub>C) yang berkurang setelah dilakukan *tempering* dengan presentase sebesar 9,17%.



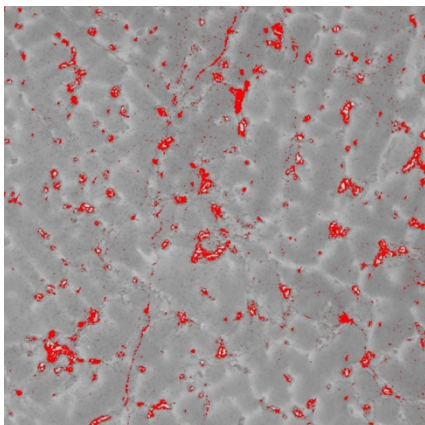
Gambar 9: Struktur mikro fraksi transformasi fasa perhitungan ekstraksi baja mangan JIS G 5131 dengan perlakuan *quenching* dan *tempering* (500°C) menggunakan media pendingin oli

Pada gambar 10 di bawah ini hasil perbesaran optik, warna abu-abu adalah fasa austenit dengan presentase 87,96%. Warna merah adalah karbida ((FeMn)<sub>3</sub>C) dengan presentase sebesar 12,04%.



Gambar 10: Struktur mikro fraksi transformasi fasa perhitungan ekstraksi baja mangan JIS G 5131 dengan perlakuan *quenching* (950°C) menggunakan media pendingin air

Pada gambar 11 di bawah ini hasil perbesaran optik, warna abu-abu adalah fasa austenit dengan presentase 95,98%. Warna merah adalah karbida ((FeMn)<sub>3</sub>C) dengan presentase sebesar 4,02%. Jadi dapat dibuktikan setelah dilakukan *tempering* dengan suhu 500 °C karbida ((FeMn)<sub>3</sub>C) dapat larut.



Gambar 11: Struktur mikro fraksi transformasi fasa perhitungan ekstraksi baja mangan JIS G 5131 dengan perlakuan *quenching* dan *tempering* (500°C) menggunakan media pendingin air

## D. KESIMPULAN DAN SARAN

### a. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, yaitu perlakuan hardening dengan media quenching oli dan air terhadap baja mangan JIS G 5131 adalah sebagai berikut:

1. Media quenching air menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi sebesar 27,51 HRC dibandingkan media quenching oli yaitu 26,45 HRC.
2. Pada proses hardening dengan media quenching oli, baja mangan JIS G 5131 memiliki fasa austenit dan presipitasi karbida ((FeMn)<sub>3</sub>C) yang lebih banyak, dibandingkan media quenching air yang menghasilkan fasa austenite dan presipitasi karbida ((FeMn)<sub>3</sub>C) yang sedikit.
3. Kekerasan spesimen baja mangan JIS G 5131 dengan menggunakan media quenching air menghasilkan nilai kekerasan hasil tempering yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan media quenching oli yaitu 26,90 HRC.
4. Proses tempering pada spesimen baja mangan JIS G 5131 menyebabkan perubahan morfologi pada karbida

((FeMn)<sub>3</sub>C) yang lebih larut dibandingkan hasil quenching.

#### **b. Saran**

1. Melakukan pengujian impact untuk mengetahui nilai ketangguhan material baja mangan JIS G 5131.
2. Melakukan pengujian kekerasan lain berupa pengujian kekerasan Brinell agar hasil uji kekerasan bisa lebih representative terhadap seluruh permukaan mikrostruktur dan perubahan nilai kekerasannya terjadi dalam skala yang lebih besar.

#### **E. DAFTAR PUSTAKA**

1. Anggoro, Sotya, Jl Lingkar, Selatan Tamantirto, and Kasihan Bantul. 2017. PENGARUH PERLAKUAN PANAS QUENCHING DAN TEMPERING TERHADAP LAJU KOROSI PADA BAJA AISI 420. Vol. 1.
2. Azmy, Ilham, Muhammad Adi, Khoirul Umam, and Rizki Muliawan. 2021. “Studi Pengaruh Proses Tempering Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Post- Annealing Baja Mangan Austenitik Study of Tempering Process Effect on Microstructure and Hardness Post-Annealing Manganese Austenitic Steel.” 19:169–75.
3. Bahfie\*, F., Z. Aleiya, A. Milandia, and F. Nurjaman. 2020. “Studi Pengaruh Kadar Mangan Dan Temperatur Austenisasi Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Baja Mangan.” 10(1):69–75.
4. Bahfie, Fathan, Zakhrofa Aleiya, Anistasia Milandia, and Fajar Nurjaman. 2020. “Study of The Effect of Manganese Content and Austenitization Temperature on The Microstructure and Mechanical Properties of Manganese Steel.” *Dinamika Teknik Mesin* 10(1):69. doi: 10.29303/dtm.v10i1.317.
5. Bhaskara Sardi, Vicky, Sarjito Jokosisworo, and Hartono Yudo. 2018. “Pengaruh Normalizing Dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time) Baja ST 46 Terhadap Uji Kekerasan, Uji Tarik, Dan Uji Mikrografi.” *Jurnal Teknik Perkapalan* 6(1):142.
6. Chung, Yip Wah, and Sossina M. Haile. 2008. “Introduction to Materials Science and Engineering.” *Physics Today* 61(9):66–68. doi: 10.1063/1.2982126.
7. Fhadillah, Ahmad, Untung Budiarto, and Ari Wibawa Budi. 2017. “Analisa Sifat Mekanis Baja St 60 Setelah Carburizing Menggunakan Arang Batok Katalis BaCO<sub>3</sub> Dan Quenching Dengan Oli Dan Air Garam.” *Teknik*

- Perkapalan 5(2):421–30.
8. Handoyo, Yopi. 2015. Pengaruh Quenching Dan Tempering Pada Baja Jis Grade S45C Terhadap Sifat Mekanis. Vol. 3.
  9. Induction, Introduction. 1985. “Chapter 4 Modeling of Phase Transformation In.”
  10. Kurniawan, Boby Endi, and Yuli Setiyorini. 2014. “Pengaruh Variasi Holding Time Pada Perlakuan Panas Quench Annealing Terhadap Sifat Mekanik Dan Mikro Struktur Pada Baja Mangan AISI 3401.” *Jurnal Teknik Its* 3(1):F113–16.
  11. Kuyucak, Selçuk, Renata Zavadil, and Val Gertsman. n.d. Heat-Treatment Processing of Austenitic Manganese Steels.
  12. Liggett, Walter S., Samuel R. Low, David J. Pitchure, and John Song. 2000. “Capability in Rockwell C Scale Hardness.” *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology* 105(4):511–32. doi: 10.6028/jres.105.041.
  13. LUFTHANSA, MUHAMMAD RIFKI. 2017. “Analisis Pengaruh Media Pendingin Dan Temperatur Pada Proses Pengerasan Baja AISI 1035 Terhadap Sifat Kekerasan Dan Struktur Mikro Untuk Aplikasi Hammer Crusher.” 67.
  14. Mujaddedy, M. Nur, Jufriadi Jufriadi, and Akhyar Ibrahim. 2020. “ANALISA PENGARUH QHUENCHING DAN TEMPERING TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA BAJA AISI 1050.” *Jurnal Mesin Sains Terapan* 4(2):125. doi: 10.30811/jmst.v4i2.2020.
  15. Purnomo, Dwi Joko, Sarjito Jokosisworo, and Untung Budiarto. 2019. “Analisa Pengaruh Holding Time Tempering Terhadap Kekerasan, Keuletan, Ketangguhan Dan Struktur Mikro Pada Baja ST 70.” *Jurnal Teknik Perkapalan* 7(1):49–58.
  16. Ramdani. 2022. “ANALISIS PENGARUH VARIASI SUHU QUENCHING MIKRO BAJA CHROME UNTUK APLIKASI HAMMER Diajukan Oleh : Ramdani PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN.”
  17. Sari, Nasmi Herlina. 2017. “PERLAKUAN PANAS PADA BAJA KARBON: EFEK MEDIA PENDINGINAN TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO.” *Jurnal Teknik Mesin* 6(4):263. doi: 10.22441/jtm.v6i4.2091.
  18. Setiawan, Zahra Luthfiah. n.d. ANALISIS PENGARUH MEDIA PENDINGIN PADA PROSES Pengerasan STAINLESS STEEL

410 TERHADAP SIFAT MEKANIK  
DAN STRUKTUR MIKRO UNTUK  
APLIKASI HAMMER CRUSHER.

19. Shackelford, James F. 2003.  
Introduction to Materials Science for  
Engineers, Ch. 5 Diffusion.