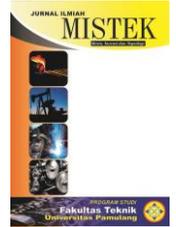




JURNAL MISTEK

JURNAL TEKNIK MESIN MISTEK

MESIN INOVASI DAN TEKNOLOGI



ANALISIS KUAT *IMPACT*, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO *STAINLESS STEEL 304* SETELAH MELALUI PROSES *HARDENING* 900°C DAN TEMPERING 200°C, 300°C, DAN 400°C

Nurya Rachmat Dani¹, Mulyadi², Sunardi³¹Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, ^{2,3}Dosen Program Studi Teknik MesinE-mail : nuryarachmatdani@gmail.com, dosen01545@unpam.ac.id, dosen00029@unpam.ac.id

Masuk : 11 Juli 2020

Direvisi : 22 Oktober 2020

Disetujui : 27 Oktober 2020

Abstrak: Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja tahan karat (*Stainless Steel 304*) yang dipanaskan dengan media *heat treatment/hardening* dengan temperatur 900°C dengan waktu tahan 15 menit, kemudian di dinginkan secara cepat (*quenching*) dengan media pendinginan air. Lalu melakukan perlakuan panas kembali (*tempering*) dengan variasi suhu 200°C, 300°C dan 400°C. Hasil *hardening* dan tempering diuji kekerasan menggunakan alat uji *Rockwell* dan uji *Impact* untuk mengukur ketangguhan serta analisa fasa melalui Uji Struktur Mikro. Dari hasil penelitian Uji kekerasan, specimen mengalami penurunan kekerasan setelah di *hardening/heat treatment* dan *tempering* dari 92 HRC menjadi 82,6 HRC. Untuk hasil penelitian dari Uji *impact*, specimen mengalami kenaikan pada nilai keuletannya setelah dilakukan proses *hardening/heat treatment* dan *tempering* dari 120,29 Joule menjadi 121,96 Joule. Sedangkan untuk hasil uji struktur mikro, bahwa struktur mikro setelah *hardening* terdapat fasa *ferrit* dan *martensit*. Oleh karena itu adanya fasa *martensit* dapat menyebabkan material menjadi keras.

Kata kunci: Kuat *Impact*, Kekerasan, Struktur Mikro, *Stainless Steel 304*, *Hardening*, *Tempering*.

Abstract: The material used in this study is stainless steel (304 stainless steel) which is heated with heat treatment / hardening media at a temperature of 900 ° C with a holding time of 15 minutes, then quickly cooled (*quenching*) with water cooling media. Then do the heat treatment again (*tempering*) with temperature variations of 200 ° C, 300 ° C and 400 ° C. The hardening and tempering results were tested for hardness using the Rockwell test and Impact test to measure toughness and phase analysis through the Microstructure Test. From the results of the hardness test research, the specimens experienced a decrease in hardness after hardening / heat treatment and tempering from 92 HRC to 82.6 HRC. For the research results from the impact test, the specimen experienced an increase in its ductility value after the hardening / heat treatment and tempering processes were carried out from 120.29 Joules to 121.96 Joules. Meanwhile, the microstructure test results showed that the microstructure after hardening contained ferrite and martensite phases. Therefore, the martensite phase can cause the material to become hard.

Keywords : Strong *Impact*, Hardness, Microstructure, *Stainless Steel 304*, *Hardening*, *Tempering*.

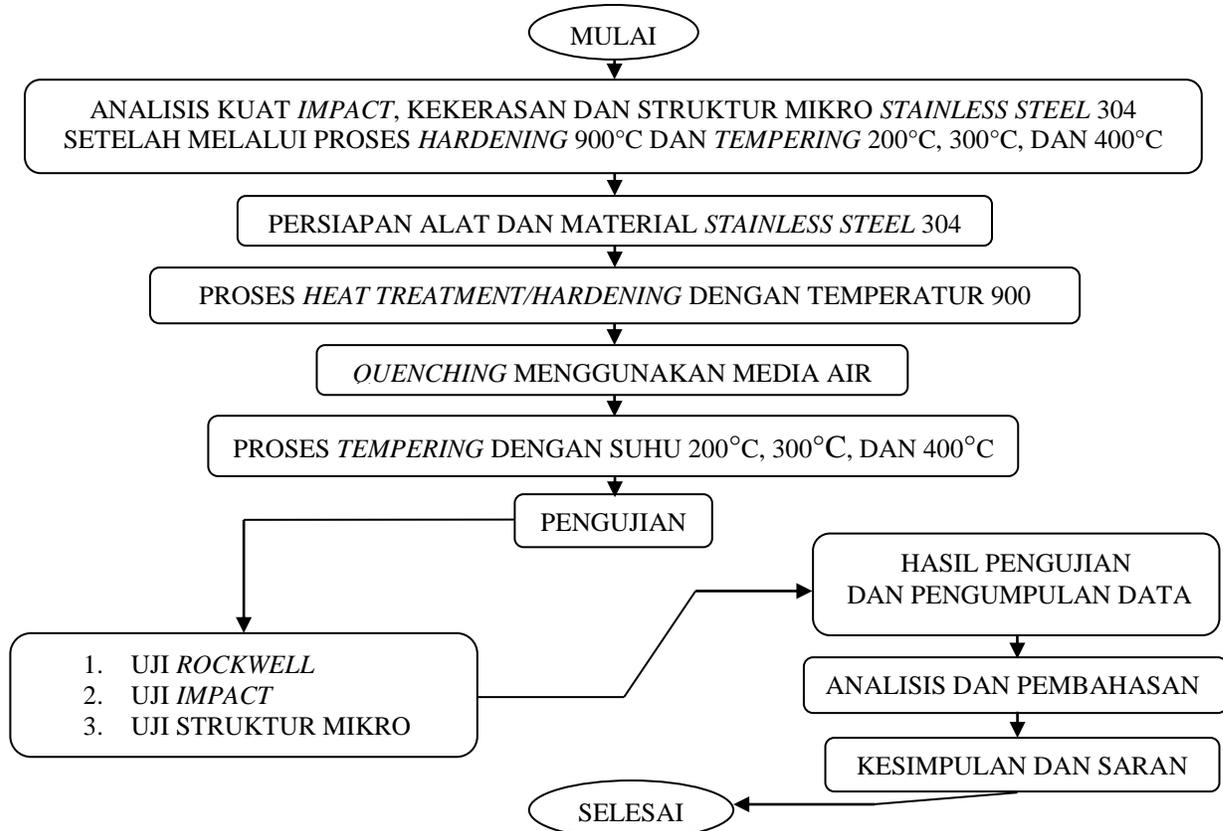
PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi berperan penting dalam perkembangan industri. Adanya industri-industri memungkinkan terciptanya barang-barang baru yang lebih inovatif, sehingga dapat mendorong munculnya penemuan baru baik bidang ilmu pengetahuan maupun teknologi. Industri-industri yang ada di Indonesia menggunakan logam baik dalam bentuk jadi maupun setengah jadi, contohnya seperti baja, besi, *stainless steel* atau baja tahan karat. Baja tahan karat (*stainless steel*) diantaranya digunakan sebagai komponen-komponen mesin, bahan kerja, konstruksi bangunan, baik dalam bentuk pelat, lembaran pipa, batang dan sebagainya. Pada umumnya baja tahan karat (*stainless steel*) banyak dikenal penggunaannya pada sektor industri dan dunia medis karena karakteristiknya yang menguntungkan seperti berpenampilan menarik, tahan korosi, berkekuatan tinggi (*high strength*) dan rendah perawatan (*low maintenance*). Dalam dunia ilmu bedah tulang atau disebut ortopedi, dimana menggunakan *stainless steel* sebagai alat bantu penyambung tulang patah untuk menggantikan fungsi bagian tubuh tertentu. Bagi tubuh manusia alat bantu penyambung tulang merupakan benda asing yang harus menyesuaikan diri dengan lingkungannya berupa cairan darah yang mengandung klorida. [1]

Pentingnya sifat kekerasan dalam pemilihan material logam untuk peralatan teknik seperti untuk komponen mesin yang mengalami gesekan, maka penting untuk melakukan praktikum ini untuk memahami serta mempelajari lebih lanjut bagaimana proses pengukuran kekerasan logam khususnya material baja dengan menggunakan mesin uji kekerasan *Rockwell*, proses mengukur ketangguhan bahan atas beban pukul atau kejut dengan menggunakan alat uji *Impact*, dan uji Struktur Mikro nya. Maka dari itu Peneliti akan menggunakan sample baja tahan karat (*Stainless Steel 304*) yang dipanaskan dengan media *Heat Treatment* dengan temperatur 900°C dengan waktu tahan 15 menit (*Holding Time*) kemudian di dinginkan secara cepat (*Quenching*) dengan media pendinginan air. Lalu melakukan perlakuan panas kembali (*Tempering*) dengan variasi suhu 200°C, 300°C dan 400°C. kemudian dilakukan pendinginan udara atau dibiarkan di area terbuka. Hasil *Heat Treatment* dan *Quenching* dan setelah dilakukan *Tempering* akan di analisis sifat mekaniknya dengan menggunakan alat uji *Rockwell* untuk mengetahui sifat kekerasan dari *stainless steel 304*, Uji *Impact* untuk mengukur ketangguhan suatu bahan atas pembebanan pukul atau kejut. Perubahan fasa pada struktur material dapat diketahui melalui Uji Struktur Mikro. [2]

METODOLOGI

Ada beberapa pengujian yang dilakukan antara lain meliputi uji kekerasan dan uji *impact* sebelum dan sesudah dilakukannya *heat treatment*. Adapun prosedur ini sesuai diagram alir yang telah dibuat pada Gambar 1.



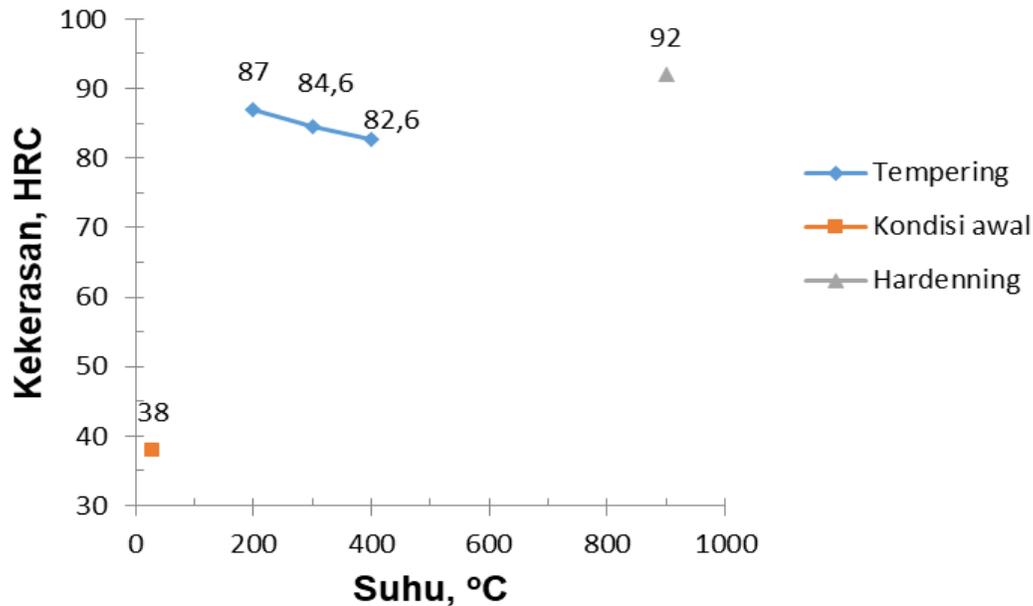
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pertama, specimen disiapkan melalui proses pemesinan membentuk benda uji dengan dimensi 10x10x55 mm berbentuk balok. Terdapat 8 specimen, dimana 7 specimen akan dilakukan proses *hardening* dan 1 specimen tidak dilakukan proses *hardening* dan *tempering* (raw material), kemudian 7 specimen itu dipanaskan di tungku pemanas pada temperatur 900°C selama 15 menit lalu didinginkan dengan pendinginan cepat menggunakan air. Kemudian 7 specimen itu yang telah melalui proses *hardening/heat treatment* dilakukan proses *tempering* dengan temperatur 200°C, 300°C dan 400°C dengan waktu tahan (*holding time*) 15 menit. Setelah itu 8 specimen tadi dilakukan pengujian *impact* dengan metode *Charpy*. Selanjutnya dilakukan pengujian metalografi (struktur mikro). Data-data dari hasil penelitian selanjutnya akan di analisa dan dibuat kesimpulan berdasarkan hasil pengujian. [3]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Kekerasan

Pada pengujian kekerasan *Rockwell* ini didapatkan hasil sebagai berikut :

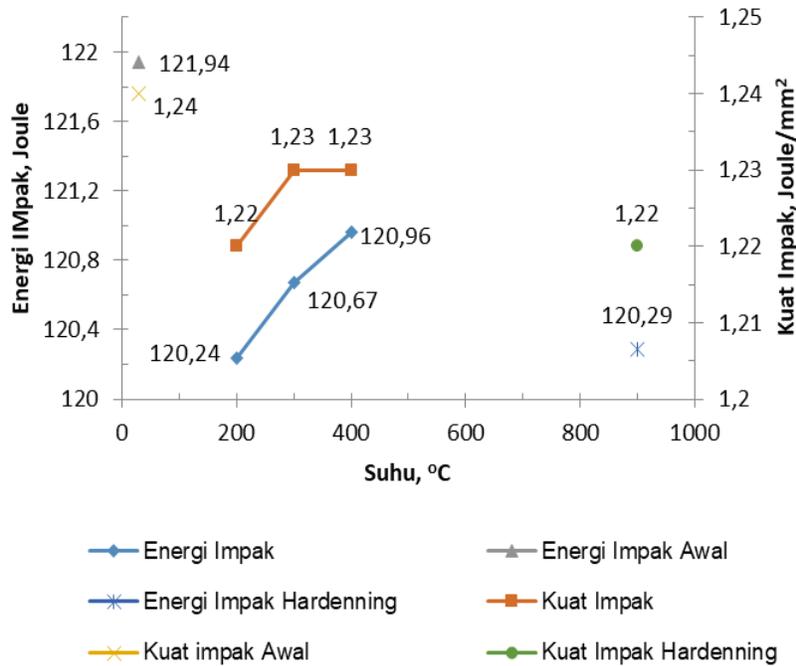


Gambar 2. Uji Kekerasan *Stainless Steel* 304 Terhadap Temperatur *Tempering*

Berdasarkan hasil pada Gambar 2, diperoleh bahwa nilai kekerasan sampel uji raw material memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 38 HRC. Sedangkan nilai kekerasan untuk sampel uji setelah dilakukan *hardening* dengan suhu 900°C terjadi kenaikan yang besar yaitu menjadi 92 HRC. Selanjutnya sampel uji yang telah di *hardening* 900°C dilakukan proses *tempering* pada suhu 200°C terjadi sedikit penurunan nilai kekerasan yaitu menjadi 87 HRC. Bila suhu *tempering* ditingkatkan menjadi 300°C dan 400°C terjadi sedikit penurunan kekerasan yaitu masing masing menjadi 84,6 HRC dan 82,6 HRC. Terjadi peningkatan kekerasan setelah proses *hardening* akibat terjadinya perubahan struktur kristal yaitu terbentuk fasa *martensit* di struktur mikro. Sedangkan setelah mengalami proses *tempering* dari 200°C sampai 400°C terjadi sedikit penurunan kekerasan, karena sesuai dengan fungsi *tempering* adalah untuk meningkatkan keuletan dari baja, benda yang cenderung semakin ulet maka nilai kekerasannya cenderung menurun

Hasil Uji Impact

Pada pengujian *impact* ini didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 3. Uji Impact Stainless Steel 304 Terhadap Temperatur Tempering

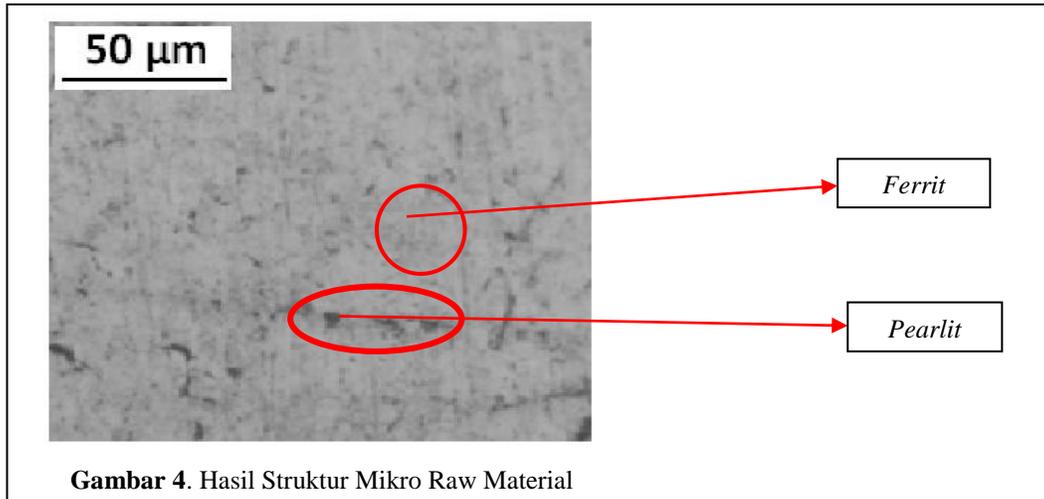
Berdasarkan data pada Gambar 3, terlihat perbandingan energi *impact* meningkat dikarenakan perbedaan suhu *Tempering*, dan bisa kita lihat nilai energi *impact* yang paling tinggi terdapat pada specimen yang menggunakan metode *Tempering* 400°C dengan nilai 121,96 Joule. Pada specimen ini keuletannya bertambah dan tidak mudah terjadi getas tetapi nilai kekerasannya menurun. Sedangkan energi *impact* terkecil terdapat pada di spesimen yang telah dilakukan proses *Heat Treatment* tanpa perlakuan *tempering* dengan nilai 120,29 Joule. Pada specimen ini keuletannya berkurang dan mudah terjadi getas tetapi sebaliknya nilai kekerasannya meningkat.

Dan hasil dari Gambar 3, terlihat perbandingan kuat *Impact* dan bisa kita lihat nilai kuat *impact* yang paling tinggi terdapat pada specimen yang menggunakan metode *Tempering* 400°C dengan nilai 1,23 Joule/mm². Pada specimen ini keuletannya bertambah dan membuat specimen tidak mudah terjadi getas terhadap benturan/beban kejut. Berdasarkan data hasil yang diperoleh dari uji kekerasan dan uji *impact* yaitu specimen dengan metode *Tempering* 400°C mengalami kenaikan keuletan dan membuat specimen tidak mudah getas.

Sedangkan pada specimen Raw Material mempunyai keuletan yang baik dan kekerasan yang rendah. Specimen dengan metode *Tempering* 400°C mempunyai keuletan yang baik. Specimen ini bagus digunakan untuk membuat peralatan atau alat perkakas lainnya seperti peralatan dapur, alat potong, dan lain-lain karena tidak mudah terjadi getas.

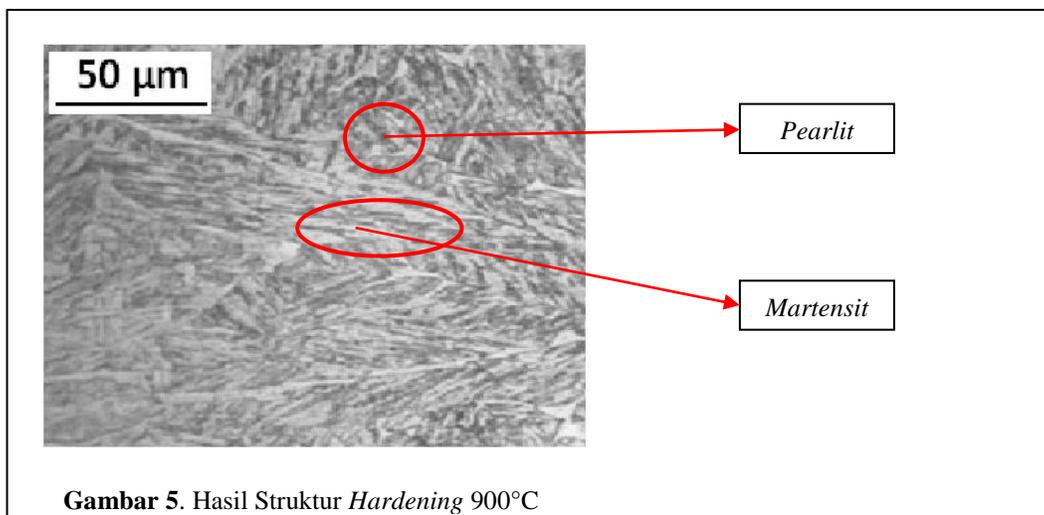
Hasil Uji Metalografi (Struktur Mikro)

1. Specimen Tanpa Perlakuan Panas (Raw Material)



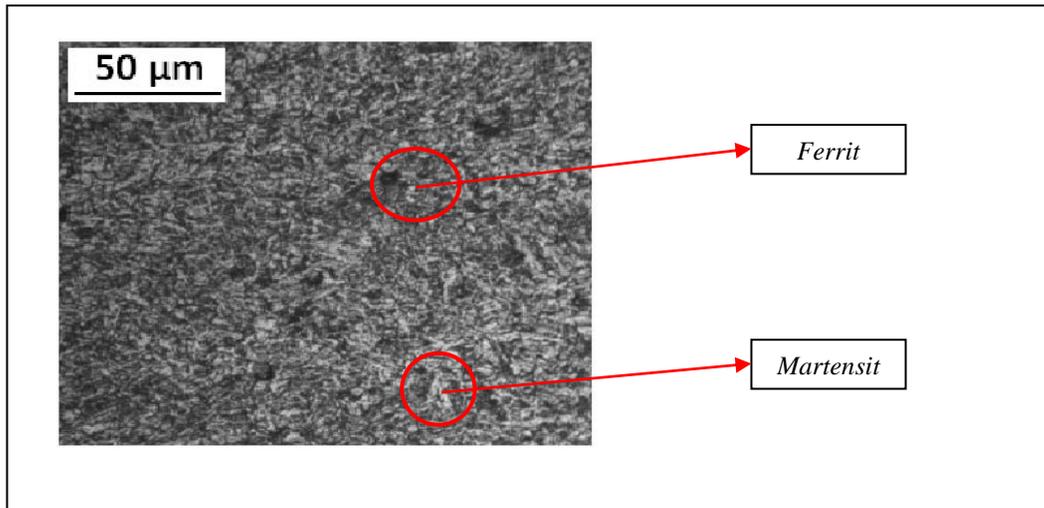
Berdasarkan hasil analisa struktur mikro seperti diperlihatkan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa logam aslinya yang tanpa perlakuan panas memiliki dua fasa yaitu fasa *Pearlit* dan fasa *Ferrit*. Kedua fasa tersebut merupakan fasa-fasa yang umum terdapat pada baja karbon rendah dan baja karbon menengah. [4]

2. Specimen *Hardening* 900°C



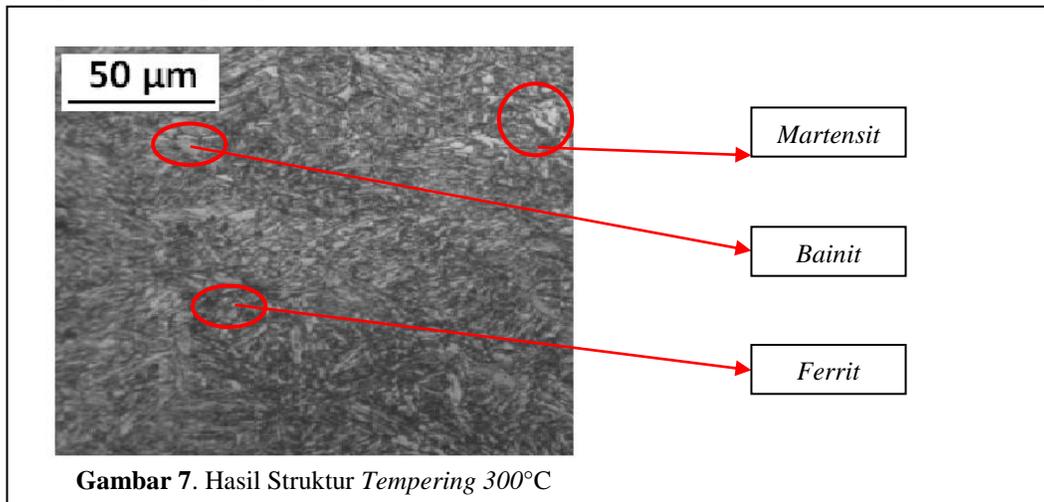
Pada Gambar 5 terlihat bahwa pada specimen tersebut terdapat fasa-fasa *Martensit* yang sedikit berwarna putih, dan fasa *Pearlit* berwarna abu-abu. Fasa *Martensit* terbentuk akibat transformasi fasa *Ferrit* pada saat terjadi pendinginan cepat. Adanya fasa *Martensit* ini membuat baja akan cenderung semakin keras. [5]

3. Specimen Tempering 200°C



Pada Gambar 6 menunjukkan struktur mikro dari specimen yang telah mengalami *hardening* 900°C dan *tempering* pada suhu 200°C. Pada Foto tersebut terlihat fasa *ferrit* muncul lagi disamping fasa *martensit* masih ada. Munculnya fasa *ferrit* dapat menurunkan kembali nilai kekerasannya. Dengan menurunnya nilai kekerasan dari sampel yang telah di *hardening*, material tetap ada sifat keuletannya walaupun masih tergolong keras. [5]

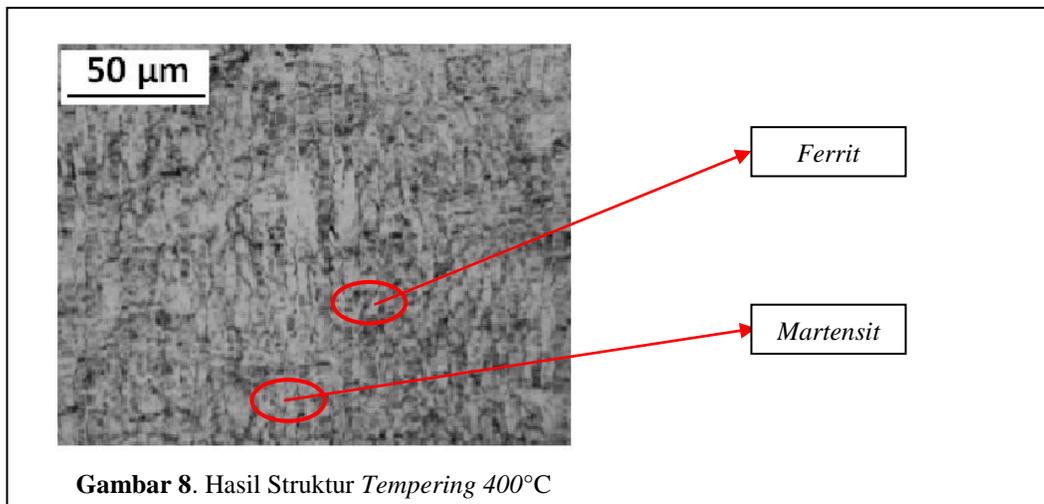
4. Specimen Tempering 300°C



Gambar 7. Hasil Struktur Tempering 300°C

Pada Gambar 7 menunjukkan struktur mikro dari specimen yang telah mengalami *hardening* 900°C dan *tempering* pada suhu 300°C. Pada Foto tersebut terlihat fasa *Ferrit* muncul lagi disamping fasa *Martensit* masih ada serta munculnya fasa baru *Bainit*, fasa *Bainit* ini merupakan transformasi fasa dari sebagian fasa *Ferrit* yang terjadi akibat pendinginan lambat (pendinginan dengan udara). Munculnya fasa *Ferrit* dan *Bainit* dapat menurunkan kembali nilai kekerasannya. Dengan menurunnya nilai kekerasan dari sampel yang telah di *hardening*, material tetap ada sifat keuletannya walaupun masih tergolong keras. [4]

5. Specimen *Tempering* 400°C



Gambar 8. Hasil Struktur *Tempering* 400°C

Pada Gambar 8. menunjukkan struktur mikro dari specimen yang telah mengalami *hardening* 900°C dan *tempering* pada suhu 400°C. Pada Foto tersebut terlihat fasa *Ferrit* muncul lagi disamping fasa *Martensit* masih ada. Akan tetapi fasa *Bainit* tidak muncul lagi, karena fasa *Bainit* tergolong fasa stabil. Munculnya fasa *Ferrit* dapat menurunkan kembali nilai kekerasannya. Dengan menurunnya nilai kekerasan dari sampel yang telah di *hardening*, material tetap ada sifat keuletannya walaupun masih tergolong keras. [4]

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data dengan mengacu pada perumusan masalah, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil analisa data pengujian kekerasan yang dilakukan pada baja tahan karat *Stainless Steel* 304 (Dengan Media *Quenching* Air) setelah melalui proses *tempering* mengalami penurunan nilai kekerasan dibandingkan dengan specimen dengan perlakuan *heat treatment/hardening* tanpa *tempering*. Nilai kekerasan yang paling tinggi terdapat pada specimen *heat treatment* 900°C non *tempering* dengan nilai kekerasannya 92 HRC. Sedangkan nilai kekerasan yang paling rendah terdapat pada specimen dengan perlakuan *heat treatment / hardening* dan *tempering* 400°C sebesar 82,6 HRC. Kemudian pada specimen dengan perlakuan *heat treatment/hardening* dan *tempering* 200°C sebesar 87 HRC dan untuk suhu 300°C sebesar 84,6 HRC.
2. Hasil analisa data pengujian *impact* yang dilakukan pada baja tahan karat *Stainless Steel* 304 setelah mengalami proses *tempering* nilai energi dan kuat *impact* yang didapat mengalami peningkatan dibandingkan dengan specimen tanpa *tempering* dan specimen tanpa *heat treatment* dan tanpa *tempering* (bahan uji netral). Nilai energi dan kuat *impact* tertinggi terdapat pada specimen *heat treatment/hardening* dengan perlakuan *tempering* 400°C yaitu energi *impact* 121,96 Joule, dan kuat *impact* 1,23 Joule/mm². Kemudian hasil terendah terdapat pada specimen *heat treatment/hardening* tanpa perlakuan *tempering* 200°C yaitu energi *impact* 120,24 Joule, dan kuat *impact* nya 1,22 Joule/mm². Serta hasil nilai pada specimen tanpa *heat treatment / hardening* dan tanpa *tempering* (Bahan Uji Netral) adalah 121,94 Joule dengan kuat *impact* 1,24 Joule/mm², lalu pada specimen dengan perlakuan *heat treatment / hardening* 900°C *tempering* 200°C adalah 120,29 Joule dengan

kuat *impact* 1,22 Joule/mm², dan specimen dengan perlakuan *heat treatment/hardening* 900°C *tempering* 300°C adalah 120,67 Joule, dengan kuat *impact* 1,23 Joule/mm².

3. Struktur mikro yang paling baik pada sampel setelah *hardening*. Struktur mikro setelah *hardening* terdapat fasa *ferrit* dan *martensit*. Oleh karena itu adanya fasa *martensit* dapat menyebabkan material menjadi keras, sedangkan adanya fasa *bainit* juga dapat menyebabkan material menjadi keras.

DAFTAR PUSTAKA

REFERENCES

- [1] G. E. Diester, "Metalurgi Mekanik" jilid I Edisi Ketiga, Jakarta: Erlangga, 1996.
- [2] K. d. Ginting, *Analisis Peningkatan Kekerasan Baja Amutit Menggunakan Media Pendingin Dromus*, vol. 4, pp. 1-7, 2012.
- [3] A. Handbook, *Metallography And Microstructures.*, vol. 9, 1985, pp. 421-424.
- [4] Sumarji, *STUDI PERBANDINGAN KETAHANAN KOROSI STAINLESS STEEL TIPE SS 304 DAN SS 201 MENGGUNAKAN METODE U-BEND TEST SECARA SIKLIK DENGAN VARIASI SUHU DAN PH*, vol. IV, p. 2, januari 2011.
- [5] A. Murtiono, " Universitas Sumatera Utara.," *Pengaruh Quenching Dan Tempering Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Serta Struktur Mikro Baja Karbon Sedang Untuk Mata Pisau Pemanen Sawit*, 2012.