

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TEMPERING TERHADAP KEKERASAN BAJA JIS SUP 9A PADA MATA PISAU

Nanda Aulia Fadli¹, Adi Saputra Ismy^{*2}, Irwin syahri Cebro³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe,
24301 Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

*e-mail: adisaputraismy@pnl.ac.id.

Abstract

The effect of tempering temperature variations on the hardness of the blade has been carried out on SUP 9A leaf spring steel material. The tempering process was carried out at temperatures of 300 °C, 400 °C, and 500 °C with a holding time of 15 minutes and cooled in free air. Specimens without heat treatment and tempering results were tested for hardness using the Rockwell hardness test method and microstructure analysis using an optical microscope. From the results of the study, it was found that the hardness value obtained on the raw material specimen without heat treatment obtained a hardness value of 60.50 HRC, while the tempering temperature variation obtained the hardness value on specimen B (tempering temperature 300 °C) of 66.90 HRC, on specimen C (tempering temperature 400 °C) of 64.70 HRC, and on specimen D (tempering temperature 500 °C) obtained a hardness value of 65.80 HRC. From the results of the specimen hardness test, the hardness value after heating was higher than the hardness value without heating treatment. Microstructural analysis shows that the higher the given temperature, the larger the grain of the steel structure looks. Without heat treatment, the microstructure of the specimen is an irregular black bainite. Meanwhile, by heat treatment, the microstructure of the specimen becomes an irregular black martensite.

Keywords: tempering, temperature, blade, SUP 9A steel, hardness

PENDAHULUAN

Baja merupakan logam yang paling banyak dipakai sebagai bahan industri, karena faktor ekonomisnya, dan terutama sekali disebabkan oleh baja memiliki sifat-sifat yang bervariasi yang dapat dibentuk menjadi berbagai bahan keperluan industri [1].

Beberapa pisau yang beredar dipasar masih dibuat secara tradisional untuk dijual kepada masyarakat. Walaupun pisau-pisau buatan pabrik banyak dijual, tetapi masyarakat masih dominan menggunakan pisau ini sebagai salah satu peralatan dapur. Peralatan ini terbuat dari logam baja dengan tipe yang bervariasi, karena logam baja mempunyai sifat-sifat kekerasan, kekuatan,

ketangguhan, dan keuletan yang baik dibandingkan dengan material lain.

Penggunaan logam baja dalam lingkungan industri dan rumah tangga semakin banyak. Dalam industri rumah tangga logam besi digunakan untuk membuat peralatan perkakas, seperti parang, pisau, dan lainnya atau bidang kerja lain [2].

Perubahan sifat mekanik baja dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan perlakuan panas. Salah satu metoda perlakuan panas adalah proses tempering, yaitu proses pemanasan baja sampai mendekati temperatur kritisnya dan didiamkan dalam tungku dan dipertahankan suhunya sampai merata selama 15 menit. Selanjutnya didinginkan dalam media pendingin yang bertujuan untuk menurunkan kekerasan dan kekuatan tarik,

sehingga keuletan dan ketangguhan baja meningkat [3-5].

Proses perlakuan panas pada baja pegas daun bertujuan agar spesimen baja menjadi lebih ulet dan memiliki struktur butiran halus dan seragam sehingga dapat digunakan sesuai dengan aplikasi yang diharapkan. Berbagai sifat mekanis dari baja memiliki aplikasi yang tertentu yang dapat menghasilkan material yang berguna bagi masyarakat. Salah satu aplikasi baja adalah sebagai peralatan perkakas pisau [6, 7].

Baja karbon merupakan jenis baja paduan yang mempunyai komposisi utama unsur besi (Fe) dan karbon (C). Sebagai penyusun baja karbon, besi merupakan unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Baja karbon juga ditambahkan dengan unsur-unsur lain sebagai bahan pemadu yang bertujuan untuk menambahkan sifat-sifat dari logam baja karbon. Beberapa logam pemadu yang umum ditambahkan dalam baja karbon adalah sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn) dan unsur kimia lainnya sesuai dengan sifat baja yang diinginkan. Kandungan karbon dalam baja karbon berfungsi untuk mengeraskan struktur baja, komposisi baja karbon mengandung unsur karbon dalam range 0,2 hingga 2,14% [8, 9].

Baja karbon dapat diklasifikasi berdasarkan komposisi karbon penyusun logam. Berbagai aplikasi baja karbon telah digunakan sesuai klasifikasinya, diantaranya baja karbon digunakan sebagai bahan baku pembuatan alat-alat perkakas, struktur bangunan, komponen mesin, dan lain sebagainya [10].

Komposisi kimia baja pegas SUP 9A terdiri dari kandungan karbon (C) sebesar 0,56%, silikon (Si) sebesar 0,25%, mangan (Mn) sebesar 0,80%, dan kandungan kromium (Cr) sebesar 0,80% [11].

Standar spesifikasi awal material baja pegas daun SUP 9A antara lain adalah temperatur quenching dalam range 830-860°C, temperatur tempering antara 460-520°C, memiliki yield strength ≥ 1079 Mpa,

memiliki ultimate tensile strength ≥ 1226 Mpa, penambahan panjang atau elongasi $\geq 9\%$, memiliki radius area $\geq 20\%$, dan kekerasan yang dihasilkan antara 363-429 HB [12].

METODE

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan seperti diuraikan berikut ini.

Persiapan Spesimen Uji

Spesimen uji yang digunakan adalah baja pegas daun SUP 9A dengan jumlah spesimen dalam penelitian ini berjumlah 4 spesimen yang digunakan untuk perlakuan panas, kemudian akan di uji kekerasan Rockwell dan melihat struktur mikro.

Proses Heat Treatment

Baja dipanaskan hingga temperatur 1000 °C kemudian di bentuk dalam bentuk pisau dan di hardening pada temperatur 850 °C dengan waktu penahanan 15 menit dan didinginkan dengan udara proses tempering dengan temperatur 300 °C, 400 °C, 500 °C dengan lama penahanan 15 menit dan didinginkan pada air.

Pengujian Kekerasan Metode Rockwell C

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan peralatan uji kekerasan Model HR-150 A, dengan menggunakan metode pengujian *Rockwell C* (*ASTM E-8 Standard Test Methods For Rockwell Hardens Of Metallic Material*). Penggunaan metode *Rockwell C* dipilih karena mudah dalam pelaksanaan dan nilai kekerasan dapat langsung terbaca pada layar monitor tanpa harus melakukan pengukuran.

Spesimen dilakukan pengujian kekerasan dengan menggunakan kerucut intan dengan sudut puncak A 120° serta

memberi beban total sebesar 150 kgf. Pengujian dilakukan pada semua spesimen dengan 5 kali pengulangan secara acak.

Pengujian kekerasan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan dan memasang penetrator intan yang berbentuk kerucut.
- b. Memilih beban penekan pada angka 150 kgf dengan memutar handel.
- c. Benda uji diletakkan pada landasan uji dan dikencangkan sedikit dengan memutar *Hand well*.
- d. Mengencangkan dan mengatur jarum penunjuk sehingga posisi jarum utama dan jarum bantu menunjukkan angka 0.
- e. Menarik tuas loading ke posisi on, biarkan tuas unloading berproses selama beberapa detik hingga berhenti.
- f. Hasil pengukuran dicatat sebagai data nilai kekerasan bahan yang diuji pada dial dan angka yang di tujukan oleh jarum utama yang tertulis dengan tinta hitam dengan satuan HRC.
- g. Memutar kembali handwell perlahan-lahan ke posisi semula dan atur benda pada tempat yang belum mengalami pengujian.

Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro spesimen dapat dilakukan dengan melihat susunan fasa pada suatu logam. Sifat paduan dan struktur mikro logam dan paduannya dapat diamati dengan berbagai metoda. Penggunaan teknik *metallografi* dengan menggunakan mikroskop optik merupakan salah satu cara mengamati struktur suatu logam. Prosedur pengamatan struktur mikro dilakukan melalui langkah berikut:

1. Sampel dipotong sesuai dengan peralatan uji struktur mikro dengan ukuran $D = 20\text{mm}$ dan $T = 11$.
2. Sampel yang telah dipotong kemudian di mounting.
3. Sampel diampelas dengan kertas ampelas dengan nomor kekasaran

#320, #400, #600, #800, #1000 dan #1200.

4. Pemolesan spesimen dilakukan dengan menggunakan kain poles pada piringan yang berputar pada mesin poles yang telah diolesi *diamon pasta*.
5. Pengujian sampel dilakukan dengan mencelupkan sampel ke dalam larutan nital (larutan etanol + asam nitrit) selama ± 5 detik, kemudian dibersihkan dengan air dan alkohol setelah itu dikeringkan dengan alat pengering. Setelah sampel mengering, dilakukan pengamatan struktur mikro sampel logam dengan perbesaran 400 x, menggunakan alat mikroskop optik *olympus*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

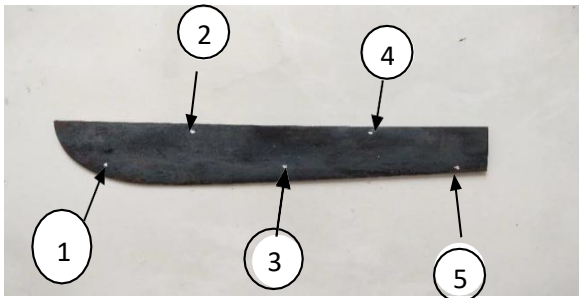
Data Hasil Pengujian Kekerasan

Dalam penelitian ini dilakukan pemotongan material JIS SUP 9A sepanjang 20 cm, selanjutnya baja dipanaskan hingga temperatur 1000 °C kemudian di bentuk dalam bentuk pisau dan di hardening pada temperatur 850 °C dengan waktu penahanan 15 menit dan didinginkan dengan udara, selanjutnya proses variasi temperatur tempering yaitu 300 °C, 400 °C, dan 500 °C. Dari hasil tersebut setiap parameter dilakukan pengujian mekanik yaitu uji kekerasan menggunakan metode *Rockwell*, yang bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan dan selanjutnya mengamati struktur mikro pada material baja JIS SUP 9A.

Pengujian kekerasan menghasilkan data nilai kekerasan dari kelompok variasi temperatur tempering, dengan menggunakan metode rockwell C dengan penetrasi intan 120° dan beban 150 kgf. Hasil uji kekeraan diambil pada 5 titik penekan secara acak seperti terlihat pada Gambar 1.

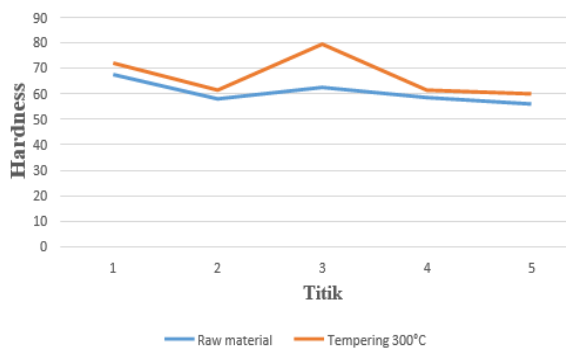
Jumlah spesimen yang diuji sebanyak 4 buah yaitu spesimen A tanpa perlakuan panas, B ditempering pada temperatur 300

°C, C ditempering pada temperatur 400 °C, D ditempering pada temperatur 500 °C holding time 15 menit



Gambar 1. Titik penekanan uji kekerasan Rockwell C

Gambar 2 Menunjukkan nilai kekerasan pada spesimen A Raw dan spesimen B yang ditempering pada 300 °C. Terlihat bahwa nilai kekerasan spesimen A Raw material pada titik pengujian 1 mencapai 67,50 HRC, pada titik 2 nilai kekerasan mengalami penurunan menjadi 58,00 HRC, dan selanjutnya pada titik 3 pengujian mengalami kenaikan menjadi 62,50 HRC dan pada titik 4 kekerasan terjadi penurunan yaitu 58,50 HRC, dan pada titik pengujian 5 kekerasan menurun menjadi 56,00 HRC. Hal ini dapat dijelaskan bahwa nilai kekerasan yang diperoleh di bagian permukaan pada titik tidak beraturan di saat proses pembentukan pisau.

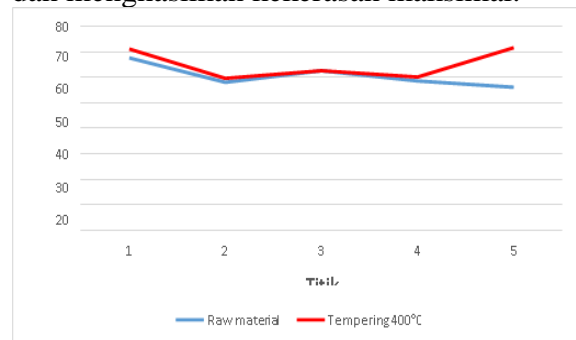


Gambar 2. Perbandingan nilai kekerasan Raw dengan temperatur tempering 300 °C

Sedangkan nilai kekerasan pada spesimen B proses perlakuan panas Hardening Tempering temperatur 300 °C holding time 15 menit titik pengujian 1 mencapai 72,00 HRC, pada titik pengujian 2

nilai kekerasan mengalami kenaikan menjadi 61,50 HRC, dan selanjutnya pada titik 3 pengujian mengalami kenaikan menjadi 79,50 HRC seterusnya pada titik pengujian 4 dan 5 kekerasan menjadi 60,00-61,50 HRC. Hal ini dapat dijelaskan bahwa nilai kekerasan yang diperoleh sangat berhubungan dengan kecepatan pendinginan, dimana bagian permukaan atau ujung titik 5 langsung bersentuhan dengan air pendingin sehingga memiliki kecepatan pendinginan tercepat dan menghasilkan kekerasan maksimal.

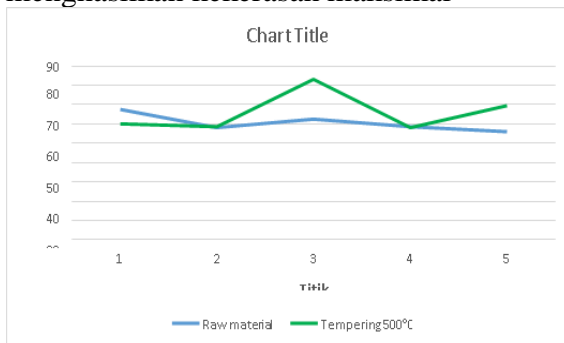
Gambar 3 menunjukkan nilai kekerasan pada spesimen C proses perlakuan panas Hardening Tempering temperatur 400 °C holding time 15 menit titik pengujian 1 mencapai 71,00 HRC, pada titik pengujian 2 nilai kekerasan mengalami kenaikan menjadi 59,50 HRC, dan selanjutnya pada titik 3 pengujian menjadi 62,50 HRC seterusnya pada titik pengujian 4 dan 5 kekerasan kenaikan yang sangat signifikan menjadi 60,50-70,50 HRC. Hal ini dapat dijelaskan bahwa nilai kekerasan yang diperoleh sangat berhubungan dengan kecepatan pendinginan, dimana bagian permukaan atau ujung titik 5 langsung bersentuhan dengan air pendingin sehingga memiliki kecepatan pendinginan tercepat dan menghasilkan kekerasan maksimal.



Gambar 3. Perbandingan nilai kekerasan Raw dengan temperatur tempering 400 °C

Gambar 4 menunjukkan nilai kekerasan pada spesimen D proses perlakuan panas Hardening Tempering temperatur 500 °C holding time 15 menit titik pengujian 1 mencapai 60,00 HRC, pada

titik pengujian 2 nilai kekerasan mengalami penurunan menjadi 58,50 HRC, dan selanjutnya pada titik 3 pengujian mengalami peningkatan menjadi 83,00 HRC seterusnya pada titik pengujian 4 dan 5 kekerasan menjadi 58,00-69,00 HRC. Hal ini dapat dijelaskan bahwa nilai kekerasan yang diperoleh sangat berhubungan dengan kecepatan pendinginan, dimana bagian permukaan titik 3 langsung bersentuhan dengan air pendingin sehingga memiliki kecepatan pendinginan tercepat dan menghasilkan kekerasan maksimal



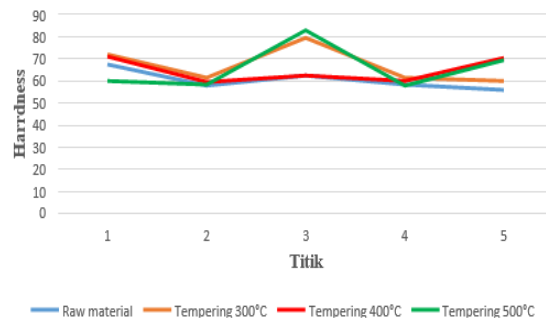
Gambar 4. Perbandingan nilai kekerasan Raw dengan temperatur tempering 500 °C

Nilai kekerasan rata-rata baja JIS SUP 9A ditunjukkan pada Gambar 5. Dari gambar tersebut, nilai kekerasan rata-rata spesimen A Raw material sebesar 60,50 HRC. Sedangkan pada spesimen B Tempering pada temperatur 300 °C dan holding time 15 menit dengan pendinginan air, spesimen mengalami peningkatan nilai kekerasan rata-rata sebesar 66,90 HRC atau naik sebesar 6,4 HRC

Sementara pada spesimen C Tempering pada temperatur 400 °C dan holding time 15 menit dengan pendinginan air, spesimen mengalami penurunan nilai kekerasan rata-rata sebesar 64.70 HRC atau turun sebesar 4,2 HRC. Sedangkan pada spesimen D yang ditempering pada temperatur 500 °C dan holding time 15 menit dengan pendinginan air, spesimen mengalami penurunan nilai kekerasan rata-rata sebesar 65,80 HRC atau turun sebesar 5,3 HRC

Dari data nilai kekerasan di atas, bahwa semakin tinggi temperatur tempering

terhadap benda uji maka akan menurun nilai kekerasan pada masing masing benda uji.

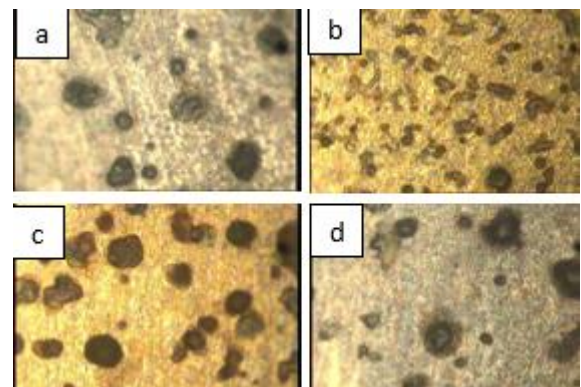


Gambar 5. Grafik nilai kekerasan rata-rata tiap Spesimen

Hasil Metalografi

Pengujian struktur mikro pada penelitian ini menggunakan mikroskop optic Olimpik dengan pembesaran 400 x.

Gambar 6 memperlihatkan struktur mikro yang melalui proses metalography, yaitu pengamatan mikroskop optik pada spesimen tanpa proses perlakuan panas (a), spesimen perlakuan panas tempering dengan temperatur 300 °C (b), spesimen perlakuan panas tempering dengan temperatur 400 °C (c), dan spesimen perlakuan panas tempering dengan temperatur 500 °C (d).



Gambar 6. Struktur mikro spesimen tanpa proses perlakuan panas

Dari Gambar 6(a), pada spesimen tanpa proses perlakuan panas memperlihatkan struktur mikro spesimen yaitu bainite tidak beraturan dan berwarna hitam. Hal ini disebabkan karena pendinginan spesimen yang tidak teratur

pada saat proses pembuatan pisau, sehingga transformasi fasa bainite terjadi secara mendadak, karena waktu untuk transformasi secara normal tidak cukup, sehingga menghasilkan struktur mikro bainite yang tidak beraturan yang sangat ulet. Hal ini sesuai dengan nilai kekerasan yang diperoleh mencapai nilai yaitu 60,50 HRC.

Sedangkan pada Gambar 6 (b, c, dan d), yaitu spesimen perlakuan panas tempering dengan temperatur 300 °C, 400 °C, dan 500 °C memperlihatkan struktur mikro martensite yang tidak beraturan, yang berwarna hitam. Hal ini disebabkan karena transformasi fasa martensite secara normal tidak cukup waktu akibat proses pendinginan, sehingga transformasi terjadi secara mendadak sehingga menghasilkan mikro struktur martensite yang getas berwarna hitam dan tidak beraturan. Nilai kekerasan yang diperoleh adalah 66,90 HRC pada tempering 300 °C, 64,70 HRC pada tempering 400 °C, dan 65,80 HRC pada tempering 500 °C.

KESIMPULAN

Hasil pengujian kekerasan spesimen raw material didapatkan harga kekerasan yaitu 60,50 HRC, sedangkan yang variasi temperatur tempering didapatkan harga kekerasan tertinggi yaitu pada B (temperatur tempering 300 °C) yaitu 66,90 HRC dan turun menuju posisi rendah yaitu spesimen C (temperatur tempering 400 °C) sebesar 64,70 HRC dan naik lagi kekerasan pada spesimen D (temperatur tempering 500 °C) 65,80 HRC.

Uji metalografi menunjukkan bahwa spesimen raw material mikrostrukturnya adalah bainite yang tidak beraturan, yang berwarna hitam.

Spesimen perlakuan panas tempering dengan temperatur 300 °C, 400 °C, dan 500 °C mengindikasikan bahwa mikrostruktur adalah martensite yang tidak beraturan, yang berwarna hitam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suarsana I., I. Santhiarsa, and D. Negara, 2018. *Pengaruh Perlakuan Temperatur dan Media Pendinginan Terhadap Sifat Ketangguhan Baja AISI 3215*. J. METTEK, Vol. 4, No. 1, p. 23.
- [2] Wijaya R.D., 2015. *Study Eksperimental Keuletan Baja Karbon Rendah Setelah Dilakukan Perlakuan Panas Austempering*. JURNAL TEKNIK MESIN, Vol. 3, No. 1,
- [3] Saefuloh I., et al., 2018. *Pengaruh Proses Quenching dan Tempering Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Paduan Laterit*. FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta, Vol. 1, No. 1, pp. 56-64.
- [4] Purnomo D.J., S. Jokosisworo, and U. Budiarto, 2019. *Analisa Pengaruh Holding Time Tempering Terhadap Kekerasan, Keuletan, Ketangguhan dan Struktur Mikro Pada Baja St 70*. Jurnal Teknik Perkapalan, Vol. 7, No. 1,
- [5] Rifnaldy R. and M. Mulianti, 2019. *Pengaruh Perlakuan Panas Hardening dan Tempering Terhadap Kekerasan (Hardness) Baja AISI 1045*. Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development, Vol. 1, No. 4, pp. 950-959.
- [6] Halimi A.D., 2017. *Uji Eksperimen Tingkat Kekerasan dan Ketangguhan Baja Pegas JIS SUP 9 Dengan Metode Laku Panas Hardening dan Tempering*. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 5, No. 03,
- [7] Asmadi A., S.Z. Nuryanti, and A. Nawawi, 2019. *Austempering Dengan Pendingin Oli Pada Baja Strip JIS G4801 SUP 9*. TEKNIKA: Jurnal Teknik, Vol. 6, No. 1, pp. 47-57.
- [8] Nurlina N., 2019. *Pengaruh Pengujian Hardening Pada Baja Karbon Rendah Sebagai Solusi Peningkatan Kualitas*

- Material. Jurnal Qua Teknika, Vol. 9, No. 1, pp. 11-20.*
- [9] Hadi S., 2019. *Pengaruh Komposisi dan Struktur Mikro Terhadap Kekerasan Baja Karbon dan Besi Cor.* in Seminar Nasional Teknologi Terapan (MESIN). Vol. 5, No. 1, pp. 14-19.
- [10] ASf M. and J. Davis, 2008. *ASM Handbook, Vol. 1: Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys.* ASM International.
- [11] Nugroho F., 2017. *Studi Komparasi Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Impak, Kekerasan, dan Struktur Mikro Sambungan Las Pegas Daun Baja SUP 9 Pada Proses Las SMAW.* Angkasa, Vol. 9, No. 2, pp. 57-66.
- [12] Affandi M., M. Ari, and D. Anggara, 2017. *Analisa Pengaruh Waktu Penahanan Pada Proses Quenching-Partitioning Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja JIS SUP 9A.* in Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and its Application. Vol. 1, No. 1, pp. 271-277.