

**PENGARUH VARIASI PERLAKUAN PANAS TEMPERING
TERHADAP PROFIL KEDALAMAN KEKERASAN PADA
BAJA SKD11 UNTUK APLIKASI DIES**

JURNAL ILMIAH

**ENGGAR ARDANA WYNALDA
12316004**



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2020**

**PENGARUH VARIASI PERLAKUAN PANAS TEMPERING TERHADAP
PROFIL KEDALAMAN KEKERASAN PADA BAJA SKD11 UNTUK
APLIKASI DIES**

JURNAL ILMIAH

ENGGAR ARDANA WYNALDA

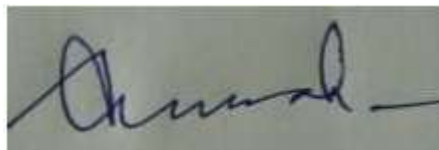
12316004

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi**

Menyetujui

Kota Deltamas, 20 Agustus 2020

Dosen Pembimbing

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is cursive and appears to read 'Syoni Soepriyanto'.

**Prof.Ir. Syoni Soepriyanto,M.Sc.,Ph.D
NIP. 19520318976031001**

PENGARUH VARIASI PERLAKUAN PANAS TEMPERING TERHADAP PROFIL KEDALAMAN KEKERASAN PADA BAJA SKD11 UNTUK APLIKASI DIES

Enggar Ardana Wynalda^[1], Syoni Soepriyanto^[1]

Program Studi Teknik Metalurgi, Institut Teknologi dan Sains Bandung^[1]

Email: theo.acmilan@gmail.com^[1]

Abstrak

Baja SKD 11 adalah salah satu jenis dari baja perkakas yang memiliki komposisi %C (1.4-1.6), %Si (0.4), %Mn (0.6), %P (0.03), %S (0.03), %Cr (11-13), %Mo (0.8-1.2), %V (0.2-0.5). Pada penelitian ini baja SKD 11 dipotong menjadi ukuran 40 mm×40 mm× 40mm. Penelitian ini bertujuan untuk menaikkan kekerasan pada baja SKD 11 sesuai dengan kekerasan standard operasional dan menganalisis distribusi kekerasan setelah perlakuan panas. Perlakuan panas yang dilakukan pada penelitian ini yaitu hardening, material dipanaskan pada temperature 1000°C dengan waktu penahanannya 60 menit kemudian diquench dengan salt bath (Larutan Garam). Setelah proses hardening material masuk ke proses tempering dengan temperature yang berbeda-beda (300°C, 350°C, 400°C, 450°C) dan waktu penahanannya 30 menit. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa perlakuan panas menaikkan nilai kekerasan dari baja SKD 11 dimana kekerasan rata-rata awalnya yaitu 198 HV setelah dilakukan perlakuan panas kekerasan rata-ratanya lebih dari 567 HV. Semakin tinggi tempratur tempering maka kekerasan pada sampel baja SKD 11 akan menurun. Dapat diketahui pula dimana distibusi kekerasannya akan menurun dari permukaan ke bagian dalam sampel baja. Struktur mikro sampel baja SKD 11 mengalami perubahan dimana sampel yang awalnya terdapat fasa ferit dan karbida setelah perlakuan panas berubah struktur mikronya menjadi martensit dan karbida. Perubahan struktur mikro ini yang menyebabkan kekerasan dari baja SKD 11 meningkat. Kekerasan rata-rata yang dihasilkan sesuai dengan standard kekerasan operasional yaitu 549-800 HV.

Kata Kunci: Baja SKD 11, Perlakuan Panas, Hardening, Tempering, Salt bath, Kekerasan

I. PENDAHULUAN :

Dalam industri saat ini baja merupakan material yang banyak digunakan dalam bidang teknik. Untuk penggunaan tertentu, selain baja dan besi merupakan satu-satunya material yang memenuhi persyaratan teknis maupun ekonomis, namun di beberapa bidang lainnya material ini mulai mendapat persaingan dari logam bukan besi dan bahan bukan logam. Namun baja memiliki sifat yang tidak dapat dibandingkan dengan material yang lain seperti kekerasan, kekuatan, ketangguhan, dan keuletan yang baik. Dalam aplikasinya di industri, peralatan-peralatan atau komponen mesin yang terbuat dari baja diperlukan kekerasan dan keuletan yang tinggi. Untuk memenuhi tujuan tersebut biasanya dilakukan proses hardening dan tempering terhadap peralatan dan komponen baja tersebut agar dapat dipergunakan secara maksimal. Baja perkakas merupakan baja paduan tinggi dengan

kandungan paduan besar dari 10%, seperti paduan dari unsur chrom (Cr), molybdenum (Mo), vanadiun (V), mangan (Mn) dan lainnya. Baja ini banyak digunakan untuk cetakan atau dies pada proses pembentukan (forming) dan untuk perkakas pada proses permesinan (cutting), sehingga didesain untuk memiliki nilai kekerasan dan nilai ketahanan aus yang tinggi. Selain itu baja perkakas harus memiliki stabilitas dimensi yang tinggi dan tidak mudah mengalami cracking.^[1]

Prosedur perlakuan panas konvensional untuk memproduksi baja martensitik biasanya melibatkan pendinginan secara kontinuos dan pendinginan secara cepat dari spesimen austenitisasi dalam beberapa jenis media pendinginan, seperti air, minyak, atau udara. Sifat-sifat optimal dari baja yang telah diquench dan kemudian ditempered dapat dihasilkan pada waktu perlakuan panas quenching, spesimen akan berubah dan

memiliki kandungan martensit yang tinggi, pembentukan setiap perlit dan/atau bainit akan menghasilkan selain kombinasi terbaik dari karakteristik mekanik. Selama perlakuan quenching, tidak mungkin untuk mendinginkan spesimen dengan seragam di seluruh daerah spesimen. Karena, permukaan akan selalu lebih dahulu mengalami pendinginan daripada daerah bagian dalam. Oleh karena itu, austenit akan berubah pada kisaran suhu tertentu, menghasilkan kemungkinan variasi struktur mikro dan sifat dari spesimen.^[2]

Baja perkakas SKD 11 (JIS) secara umum masuk kelompok baja perkakas dengan karbon dan chromium tinggi, disertai dengan unsur paduan lain terutama molybdenum dan vanadium. Dalam penggunaannya baja SKD 11 direkomendasikan untuk perkakas yang membutuhkan daya tahan aus yang tinggi, yang dikombinasikan dengan ketangguhan yang sedang. Kebanyakan material SKD 11 dimanfaatkan untuk proses pengerjaan dingin (cold working) seperti untuk blanking dies dan beberapa proses permesinan. Baja SKD 11 memiliki komposisi kimia C : 1.4-1.6%, Cr : 11-13%, V : 0.2-0.5%, Mo : 0.8-1.2%, Si : 0.4%, Mn : 0.6%, P : 0.03 %, dan S : 0.03%.^[3]

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

2.1.1. Alat

Pada percobaan ini, alat yang digunakan mesin potong, furnace, mesin poles, mikroskop optic, dan Rockwell hardness test.

2.1.2. Bahan

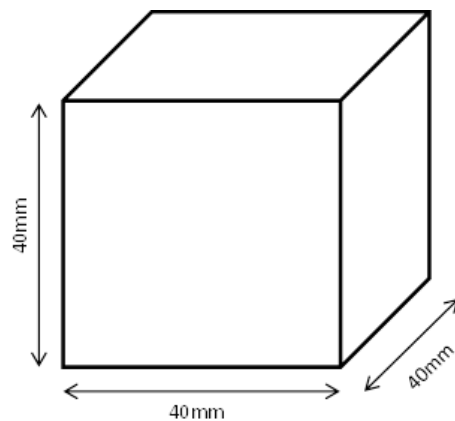
Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah baja SKD11, media quenching salt bath, kertas ampelas, larutan etsa nital, air, autosol.

2.2. Prosedur Kerja

2.2.1. Prosedur Pembuatan Sampel Uji

Sampel baja yang digunakan pada penelitian ini adalah baja SKD 11. Baja SKD 11 dipotong menjadi ukuran 40mm×40mm×40 mm. Sampel dibuat menjadi 5 buah terdiri dari 1 sampel awal yang tidak dilakukan proses perlakuan panas hanya dilakukan uji

kekerasan dan struktur mikro, 1 sampel dilakukan proses perlakuan panas hardening terlebih dahulu lalu ditempering pada suhu 300°C, 1 sampel dilakukan proses perlakuan panas hardening terlebih dahulu lalu ditempering pada suhu 350°C, 1 sampel dilakukan proses perlakuan panas hardening terlebih dahulu lalu ditempering pada suhu 400°C, 1 sampel dilakukan proses perlakuan panas hardening terlebih dahulu lalu ditempering pada suhu 450°C.



Gambar 2.1 Ukuran sampel

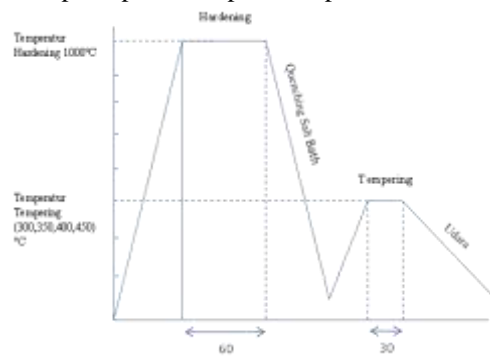
Tabel 2.1 Jumlah Sampel

Spesimen	Jumlah	
Awal	1	
Tempering	300°C	1
	350°C	1
	400°C	1
	450°C	1
Jumlah Total Spesimen	5	

2.2.2. Prosedur Perlakuan Panas

Empat sampel dari lima buah sampel baja SKD 11 dilakukan proses perlakuan panas dengan tujuan untuk meningkatkan sifat kekerasan dari baja SKD 11. Tahap pertama proses perlakuan panas pada penelitian kali ini yaitu empat sampel yang sudah dipreparasi dipanaskan di dalam furnace dengan temperatur 1000°C dengan waktu penahanannya adalah 60 menit. Tujuan dari tahap pertama adalah untuk merubah mikrostruktur baja menjadi austenite. Tahap kedua setelah dipanaskan selama 60 menit empat sampel tersebut dikeluarkan dari furnace lalu diquench dengan media pendingin *salt bath*. Tahap ketiga setelah diquench sampel masuk ke proses tempering

dimana empat sampel tersebut dipanaskan kembali didalam furnace dengan waktu penahanannya 30 menit dan tiap sampel dipanaskan pada temperature yang berbeda-beda yaitu sampel pertama dipanaskan pada temperature 300°C, sampel kedua dipanaskan pada temperature 350°C. sampel ketiga dipanaskan pada temperature 400°C, sampel keempat dipanaskan pada temperature 450°C.



Gambar 2.2 Proses perlakuan panas

2.3. Pengujian Sampel

2.3.1. Pengujian Mikrostruktur

Pengujian mikrostruktur ini bertujuan untuk melihat mikrostruktur pada material baik sebelum maupun setelah melalui perlakuan panas. Sebelum pengujian mikrostruktur sampel uji dipreparasi melalui tahapan-tahapan metalografi.

2.3.2. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan ini bertujuan untuk melihat perubahan profil kedalaman kekerasan pada sampel uji setelah melalui proses perlakuan panas. Terdapat lima titik pada sampel yang diuji kekerasannya. Titik pertama yang diuji yaitu 0 mm dari permukaan, titik kedua yaitu 0.5 mm dari permukaan, titik ketiga yaitu 1 mm dari permukaan, titik keempat yaitu 1.5 mm dari permukaan, titik kelima yaitu 2 mm dari permukaan.

Tabel 2.2 Detail titik pengujian kekerasan

Hardness Test	Detail Area
Titik 1	Surface(Permukaan) Spesimen
Titik 2	5 mm dari permukaan spesimen
Titik 3	10 mm dari permukaan spesimen
Titik 4	15 mm dari permukaan spesimen
Titik 5	20 mm dari permukaan spesimen

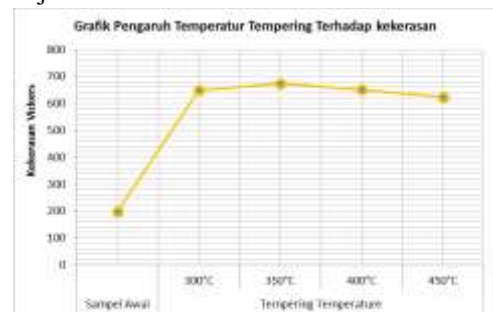
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Variasi Tempering Terhadap Kekerasan Rata-Rata Baja SKD 11

Setelah diquenching sampel baja masuk ke proses tempering. Tempering adalah proses memanaskan kembali baja yang sudah dikeraskan dengan tujuan untuk membuat baja menjadi tidak terlalu getas. Sifat akhir yang diperoleh tergantung pada temperature tempering. Pada penelitian ini menggunakan variasi temperature tempering yaitu 300°C, 350°C, 400°C, 450°C.

Pada sampel awal baja SKD 11 memiliki kekerasan yaitu 198 HV. Kekerasan baja SKD 11 meningkat dari sampel awal setelah dilakukan proses perlakuan panas. Kekerasan yang diuji yaitu pada 0 mm dari permukaan, 0.5 mm dari permukaan, 1 mm dari permukaan, 1.5 dari permukaan, dan 2 mm dari permukaan. Kekerasan rata-rata baja SKD 11 pada temperature tempering 300°C adalah 658 HV, temperature tempering 350°C adalah 661.6 HV, temperature tempering 400°C adalah 629.6 HV, temperature tempering 450°C adalah 623.6 HV.

Data hasil kekerasan tersebut dibuat grafik untuk melihat bagaimana pengaruh temperature tempering terhadap kekerasan baja.



Gambar 3.1 Grafik pengaruh temperature tempering terhadap kekerasan

Pada gambar 4.1 dapat dilihat pada temperature tempering 300°C ke temperature 350°C grafiknya mengalami penurunan dari 658 HV menjadi 661.6 HV. Setelah temperature tempering 350°C baja mengalami penurunan grafik kembali. Dari 661.6 HV pada temperature tempering 400°C mengalami penurunan menjadi 629.6 HV dan pada temperature tempering 450°C mengalami penurunan kembali menjadi 623.6 HV.

Dari grafik tersebut dapat diperoleh pula nilai kekerasan tertinggi yaitu 661.6 HV pada

temperature tempering 300°C. Nilai kekerasan terendah yaitu 623.6 HV pada temperature tempering 450°C. Semakin tinggi temperatur tempering kekerasan material akan semakin berkurang. Ini terjadi dikarenakan material yang telah melalui proses quench akan memiliki fasa matensit yang memiliki sifat keras dan getas untuk mengurangi kegetasannya maka dilakukan proses temper dan pada proses temper ini akan merubah fasa material yang tadinya martensit menjadi martensit temper. Dengan perubahan fasa ini maka sifat kekerasannya akan berkurang seiring dengan bertambahnya temperature temper. Sifat kekerasan juga dapat terpengaruh dari waktu penahan pada proses tempering.

3.2. Pengaruh Molaritas NaOH Terhadap Hasil Kuat Tekan Geopolimer

Berikut adalah grafik kedalaman terhadap nilai kekerasan baja SKD 11.



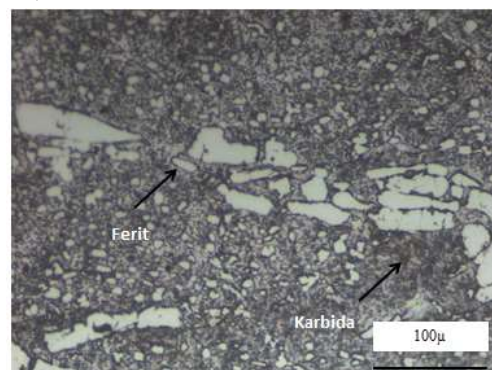
Gambar 3.2 Grafik kedalaman terhadap kekerasan

Pada temperature tempering 300°C kekerasan di 0 mm dari permukaan adalah 694 HV, di 0.5 mm dari permukaan adalah 649 HV, di 1 mm dari permukaan adalah 649 HV, di 1.5 mm dari permukaan adalah 649 HV, di 2 mm dari permukaan adalah 649 HV. Pada temperature tempering 350°C kekerasan di 0 mm dari permukaan adalah 727 HV, di 0.5 mm dari permukaan adalah 694 HV, di 1 mm dari permukaan adalah 649 HV, di 1.5 mm dari permukaan adalah 649 HV, di 2 mm dari permukaan adalah 589 HV. Pada temperature tempering 400°C kekerasan di 0 mm dari permukaan adalah 694 HV, di 0.5 mm dari permukaan adalah 649 HV, di 1 mm dari permukaan adalah 649 HV, di 1.5 mm dari permukaan adalah 589 HV, di 2 mm dari permukaan adalah 567 HV. Pada temperature tempering 450°C kekerasan di 0 mm dari permukaan adalah 746 HV, di 0.5 mm dari permukaan adalah 649 HV, di 1 mm dari permukaan adalah 589 HV, di 1.5 mm dari

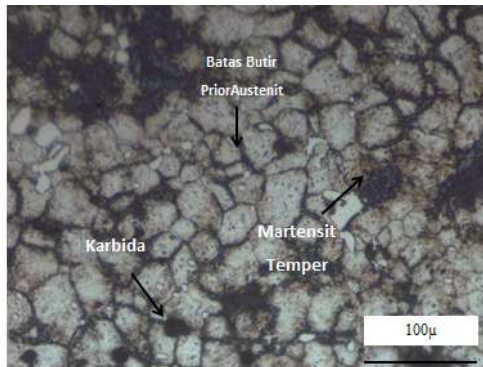
permukaan adalah 567 HV, di 2 mm dari permukaan adalah 567 HV. Dapat dilihat pada gambar 3.2 perbedaan kekerasan dari permukaan sampai kebagian dalam material yang telah melalui perlakuan panas tidak begitu besar. Distribusi kekerasan yang paling baik yaitu pada material dengan temperature tempering 300°C karena memiliki keseragaman nilai kekerasan yang baik dari permukaan sampai pada bagian dalam. Sementara yang distibusi kekerasannya tidak baik yaitu pada material dengan temperature tempering 450°C karena ada perubahan nilai kekerasan yang menurun pada setiap titik kedalaman dimulai pada jarak 0 mm sampai ke jarak 2 mm. Dapat dilihat pula pada gambar 4.2 bahwa rata-rata kekerasan paling tinggi berada pada titik 0mm atau permukaan material. Dari fakta tersebut terjadi karena jumlah karbida yang terkandung di bagian permukaan material lebih banyak dibandingkan pada bagian dalam material.

3.3. Pengaruh Molaritas NaOH Terhadap Densitas Geopolimer

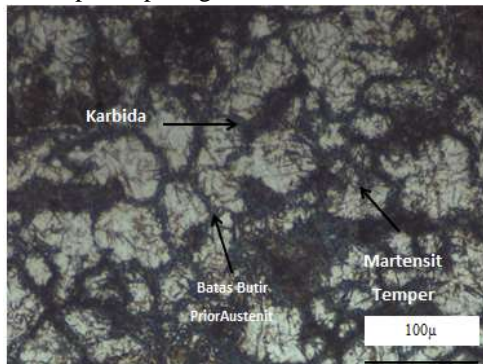
Pegujian struktur mikro dilakukan untuk mengetahui struktur material SKD 11 sebelum dan sesudah melalui proses perlakuan panas. Berikut adalah gambar hasil dari pengujian struktur mikro dari baja SKD 11.



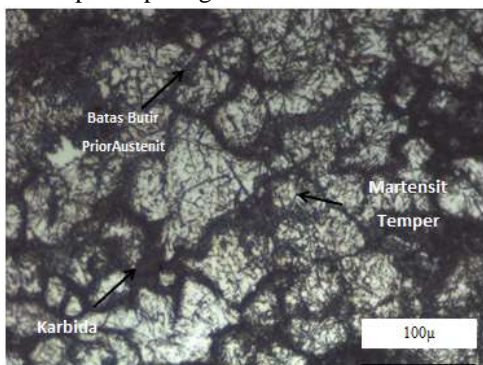
Gambar 3.3 Struktur Mikro Awal Baja SKD 11 Perbesaran 500x



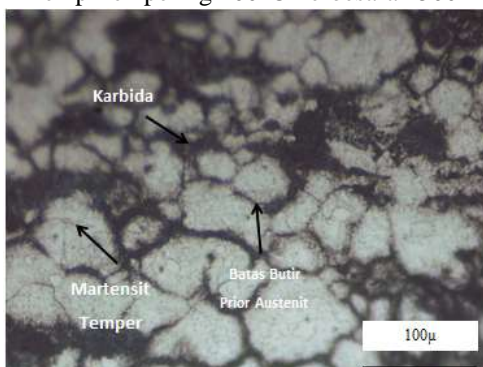
Gambar 3.4 Struktur Mikro Baja SKD 11 Temp Tempering 300°C Perbesaran 500x



Gambar 3.5 Struktur Mikro Baja SKD 11 Temp Tempering 350°C Perbesaran 500x



Gambar 3.6 Struktur Mikro Baja SKD 11 Temp Tempering 400°C Perbesaran 500x



Gambar 3.7 Struktur Mikro Baja SKD 11 Temp Tempering 450°C Perbesaran 500x

Pada baja SKD 11 awal (tidak dilakukan perlakuan panas) struktur mikronya terdiri atas ferit (putih) dan karbida (hitam). Baja SKD 11 yang telah melalui proses perlakuan panas quenching menggunakan media salt bath dan distemper pada temperature 300°C, 350°C, 400°C, 450°C struktur mikronya berubah menjadi martensit temper dan karbida. Struktur martensit terbentuk saat material di quench pada media salt bath. Dengan adanya struktur martensit dan karbida yang menjadi presipitat pada batas butir tersebut membuat kekerasan pada baja SKD 11 meningkat dimana saat strukturnya terdiri dari ferit dan karbida kekerasannya hanya 198 HV setelah struktur ferit berubah menjadi martensi kekerasannya meningkat lebih dari 198 HV.

IV. KESIMPULAN

1. Proses perlakuan panas quench dapat meningkatkan kekerasan pada baja dan perlakuan panas temper dapat meningkatkan ketangguhan dan keuletan pada baja.
2. Semakin tinggi temperature temper maka kekerasan rata-ratanya akan semakin berkurang.
3. Pengaruh kedalaman atau jarak dari permukaan terhadap kekerasannya dimana semakin jauh dari permukaan maka kekerasannya semakin menurun. Profil kekerasan yang baik adalah pada temperature temper 450°C.
4. Semakin tinggi temperature tempering maka distribusi kekerasannya akan tidak seragam.
5. Perubahan struktur mikro setelah perlakuan panas membuat kekerasan pada baja SKD11 meningkat.
6. Kekerasan rata-rata yang dihasilkan masuk pada rentang standard kekerasan cetakan yaitu 549HV-800HV.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budhi Santri Kusuma et al, *Perbedaan nilai kekerasan pada proses hardening dan double tempering baja perkakas SKD 11*

- [2] Callister Jr, William D, 2007, *Material Science and Engineering An Introduction 7ed*, Departemen of Metallurgical Engineering The University of Utah, John Willey and Sons, Inc, USA.
- [3] R.D. Sulamet Ariobimo, *Perbandingan karakteristik SKD 11 MOD terhadap SKD 11*, Indonesia : Mesin, 2007
- [4] Oktavian W.H., “ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS KOMPONEN STUD PIN WINDER BAJA SKD-11 YANG MENGALAMI PERLAKUAN PANAS DISERTAI PENDINGINAN NITROGEN”, Naskah Publikasi Tugas Akhir Unversitas Muhammadiyah Surakarta, Kartasura, 2015
- [5] Thomas G. Digges et al, 1966, “Heat Treatment and Properties of Iron and Steel”, USA.
- [6] Eko Nugroho et al, 2019, *Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin Pada Proses Heat Treatment Baja AISI 1045 Terhadap Kekerasan dan Laju Korosi*, Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro, Lampung, Indonesia.
- [7] Halim Rusjdi et al, 2016, Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Pada Baja AISI 4340, STT-PLN, Jakarta Barat.
- [8] ASTM E 407 - 99, *Standard Practice for Microetching Metals and Alloys*.
- [9] Richard A.M. Napitulu et al, *Pengaruh media pendingin dan temperatur terhadap nilai kekerasan pada proses hardening tempering baja perkakas SKD 11*, Majalah Ilmiah Politeknik Mandiri Bina Prestasi, Medan, 2013.
- [10] Fukaura Kenzo et al, 2004, *Fatigue of Cold-Work Tool Steels: Effect of Heat Treatment and Carbide Morphology on Fatigue Crack Formation, Life, and Fracture Surface Observations*, Metallurgical and Materials Transactions A, Japan.
- [11] ASTM A681, *Standard Specification for Tool Steels Alloy*.