

# PENGARUH PROSES TEMPER TERHADAP KEKERASAN, KETANGGUHAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA HASIL TEMPA TRADISIONAL DI DESA MANDI ANGIN

Sugeng Prasetyo<sup>1)</sup>, Taufikurrahman<sup>2)</sup>

- <sup>1)</sup> Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Ogan Komering Ilir, Kayuagung, Jl. Letnan Muchtar Saleh No.1 Kayuagung, Sumatera Selatan Telp: 6285268890056, Fax: 0712-323151  
<sup>2)</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya, Jl. Sriwijaya Negara, Bukit Besar, Palembang 30139 Telp: 0711-353414, Fax: 0711-453211  
 email : [salamulazam@gmail.com](mailto:salamulazam@gmail.com)<sup>1)</sup>

## Abstrak

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja pegas daun bekas (*medium carbon steel*) yang digunakan masyarakat desa mandi angin sebagai bahan baku utama untuk membuat parang. Pemberian laku panas di dalam tungku (*furnace*) dan dilanjutkan tempering selama 60 menit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui harga kekerasan, harga impact (*toughness*) dan struktur mikro, pada hasil tempa di desa mandi dengan variasi spesimen : spesimen awal, *tempering* 250 °C, dan *tempering* 400 °C. Hasil pengamatan struktur mikro pada spesimen awal didapatkan fasa martensit dan perlit, spesimen *tempering* 250 °C didapatkan fasa martensit temper dan ferrit, dan pada spesimen *tempering* 400 °C didapatkan fasa martensit dan sedikit perlit. Dari pengujian kekerasan didapatkan harga kekerasan rata - rata tertinggi pada spesimen awal sebesar 744,8 VHN dan berturut-turut menuju posisi terendah, yaitu spesimen *tempering* 250 °C sebesar 668,3 VHN, dan paling rendah spesimen *tempering* 400 °C sebesar 461 VHN. Dari hasil pengujian impact didapatkan harga ketangguhan rata-rata tertinggi (paling liat) adalah spesimen *tempering* 400 °C sebesar 0,139 J/mm<sup>2</sup> dan berturut-turut menuju posisi terendah, yaitu *tempering* 250 °C sebesar 0,077 J/mm<sup>2</sup> dan terendah (paling getas) adalah spesimen awal sebesar 0,034 J/mm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci** : *Medium carbon steel*, *tempering*, kekerasan, impact dan struktur mikro

## Abstract

*Material used in this research was medium carbon steel used by the society of Mandi Angin village as the main raw material for making machetes. The provision of heat treatment was in the furnace and continued tempering for 60 minutes. The purpose of this study was to find out the value of hardness, the value of toughness, and micro structure, based on the wrought in the Mandi Angin village with specimen variation : initial specimen, tempering 250 °C and tempering 400 °C. The result of micro structure observation on the based specimen was obtained martensite and perlite phase, tempering 250 °C and on tempering 400 °C was obtained martensite and slightly pearlite phase. From the hardness it was found that the average value of hardness on the based specimen was 744,8 VHN and successively toward the lowest position, was tempering 250 °C specimen of 668,3 VHN and the lowest was 400 °C tempering specimen of 461 VHN. From the impact test result, the highest average toughness (the most clay) was a tempering 400 °C specimen of 0,139 J/mm<sup>2</sup> and successively toward the lowest position was tempering 250 °C of 0,077 J/mm<sup>2</sup> and the lowest (the most brittle) was an based specimen of 0,034 J/mm<sup>2</sup>.*

**Keyword** : *medium carbon steel*, *tempering*, *hardness*, *impact* and *micro structure*

## 1. PENDAHULUAN

Desa Mandi Angin adalah salah satu desa di Kecamatan Indralaya Selatan, Kabupaten

Ogan Ilir Propinsi Sumatera Selatan. Sebagian besar penduduknya mencari nafkah dari kegiatan pandai besi, kegiatan ini sudah

dilakukan secara turun-temurun dari pekerjaan inilah penduduk Desa Mandi Angin menghasilkan bermacam-macam alat pertanian yang sangat membantu manusia dalam melakukan aktifitas di rumah maupun di luar rumah. Alat pertanian tersebut berupa parang (pedang), arit, dodos, kapak, pahat, dan pisau, yang masing-masing terdiri dari berbagai jenis dan fungsinya.

Pembuatan alat-alat pertanian di masyarakat Desa Mandi Angin menggunakan bahan dari pegas daun bekas. Baja dan besi merupakan satu-satunya material yang memenuhi persyaratan teknis maupun ekonomis, selain itu baja memiliki sifat yang tidak dapat dibandingkan dengan material lain seperti kekerasan, kekuatan, ketangguhan, dan keuletan yang baik. Baja banyak digunakan dalam bidang teknik. Salah satu keuntungan pemakaian baja adalah sifat mekaniknya yang mempunyai rentang cukup lebar yang dapat disesuaikan dengan kegunaannya [2].

Salah satu proses perlakuan panas pada baja adalah pengerasan (*hardening*), yaitu proses pemanasan baja sampai suhu di daerah atau di atas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat dinamakan quench. Akibat proses *hardening* pada baja, maka timbulnya tegangan dalam (*internal stresses*) dan rapuh (*brittles*), sehingga baja tersebut belum cocok untuk segera digunakan [3]. Oleh karena itu, baja tersebut perlu dilakukan proses lanjut yaitu tempering. Dengan proses tempering, kegetasan dan kekerasan dapat diturunkan sampai memenuhi syarat penggunaan, kekuatan tarik turun sedangkan keuletan dan ketangguhan meningkat [1]. Tujuan dari tempering adalah untuk mendapatkan baja yang lebih tangguh (*tough*) dan juga liat (*ductile*) tanpa banyak mengurangi kekuatan (*strength*). Kemudian dilakukan pengujian kekerasan, pengujian ketangguhan dan pengamatan struktur mikro.

Masyarakat Desa Mandi Angin biasa menggunakan proses quenching dalam tahapan finishing sehingga sering terjadi keretakan dan kerusakan dalam pemakaian alat pertanian (parang) ini, oleh karena itu penulis ingin melakukan penelitian terhadap hasil tempa (parang) yang diproduksi oleh masyarakat Desa Mandi Angin, dengan proses perlakuan panas yaitu proses tempering.

Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh proses tempering pada hasil tempa di Desa Mandi Angin terhadap kekerasan, ketangguhan, dan struktur mikro.

## 2. BAHAN DAN METODA

### 2.1. Bahan

Bahan yang digunakan adalah baja pegas daun bekas mobil truk merupakan baja karbon menengah yang digunakan masyarakat desa

mandi angin sebagai bahan baku utama untuk membuat parang dengan komposisi kimia Fe 97,52; C 0,470; Si 0,297; Mn 0,677; P 0,013; S 0,007; Cr 0,714; Mo 0,030; Ni 0,105; Al 0,027; Cu 0,121; Nb 0,002; Ti 0,003; V 0,007 (R. Saputra dkk. 2016) [4].

### 2.2. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan spesimen dilakukan oleh pandai besi yang ada di Desa Mandi Angin, preparasi yang dilakukan yaitu memotong baja pegas daun yang mempunyai panjang 350 mm lebar 100 mm tebal 5 mm selanjutnya dimasukan didalam tungku pembakaran media arang, kemudian baja pegas daun dibelah menjadi 5 setelah dibelah menjadi 5 satu persatu baja tersebut ditempa menjadi lebar 10 mm tebal 10 mm dan panjang menjadi 650 mm kemudian setelah ditempa kemudian dilakukan pemotongan sebanyak 12 potong yang telah ditentukan. Kemudian digerinda, dikikir, digerinda dengan mata halus, sesuai ukuran yang telah ditentukan untuk pengujian kekerasan dan struktur mikro 70x10x10 mm sebanyak 3 buah dan untuk uji ketangguhan sebanyak 9 buah dengan ukuran 55x10x10 kemudian di quenching.

### 2.3. Proses perlakuan panas pada specimen uji

Perlakuan Panas (*Heat Treatment*) adalah Suatu proses mengubah sifat mekanis (Mechanical Properties) logam dengan cara mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendinginan atau tanpa merubah komposisi kimia logam untuk menghasilkan sifat-sifat logam yang diinginkan [5].

Perlakuan panas dilakukan dengan beberapa tahapan. Pertama Masing – masing spesimen baja pegas daun yang telah mengalami penempaan dipanaskan sampai suhu austenit yaitu 850°C selama 5 menit. Kedua di quenching atau didinginkan secara cepat kedalam air selama beberapa menit. Ketiga Setelah proses quenching 8 dari 12 spesimen dilakukan penemperan dengan suhu yang berbeda yaitu 250 dan 400°C dengan waktu 60 menit. Keempat Kemudian dilakukan pendinginan dengan udara terbuka.

### 2.4. Sifat mekanik baja

#### 2.4.1. Uji Impak

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keliatan dan ketahanan benda uji terhadap beban dinamis. Uji impak dilakukan dalam satu kali pukulan untuk satu benda uji metode yang digunakan adalah metode Charpy. Tahapan dalam uji impak Pertama Memastikan jarum penunjuk pada posisi 0 pada saat godam menggantung bebas. Kedua Meletakkan bahan uji di atas penopang dan memastikan godam pada saat mengayun dapat tepat mengenai tengah-tengah

punggung takikan. Ketiga menaikkan godam secara perlahan-lahan dengan memutar tuas pengangkat dan penurun hingga jarum penunjuk sudut menunjukkan sudut awal, dalam hal ini godam terkunci otomatis. Keempat menekan tombol pembebas kunci, sehingga godam akan mengayun ke bawah dan akan mematahkan benda uji. Kelima setelah benda uji patah, maka setelah itu melakukan pengamatan dan membuat data tertulis.



**Gambar 1.** Alat Uji Impak/ impact charpy machine

#### 2.4.2. Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui harga kekerasan dari benda uji pada beberapa bagian sehingga dapat diketahui distribusi kekerasan serta kekerasan rata-ratanya dari semua benda uji. Kekerasan merupakan ketahanan bahan terhadap goresan atau penetrasi pada permukaannya. Pengujian kekerasan terhadap benda uji dilakukan pada beberapa titik secara berurutan untuk mengetahui kekerasan serta kekerasan rata-rata pada daerah tersebut.

Alat yang digunakan dalam pengujian kekerasan adalah Vickers Macrohardness Tester, dimana pada metode ini penetrator yang digunakan berupa piramida intan dengan sudut puncak  $136^\circ$ . Angka kekerasan Vickers didefinisikan sebagai beban dibagi luas penampang permukaan akibat penetrator.

Kekerasan dihitung dengan persamaan rumus :

$$VHN = (1,854 P)/L^2 \quad (1)$$

Dimana, VHN : nilai kekerasan Vickers (VHN)

P : beban yang di berikan

L : Diameter jejak



**Gambar 2.** Mesin Uji macrohardness Vickers

#### 2.5 Struktur Mikro

Struktur mikro baru akan terlihat dengan jelas apabila permukaan benda uji sudah benar-benar rata, halus dan mengkilap tanpa goresan, serta telah mengalami pengetsaan yang tepat.

Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengamati dan membandingkan secara fisik tiap-tiap bagian benda uji, mengamati bentuk struktur mikro benda uji tanpa dan dengan mengalami perlakuan panas yang dilanjutkan dengan proses pendinginan yang bervariasi. Lokasi pengambilan foto yang utama adalah spesimen tanpa perlakuan panas (spesimen awal), dan untuk spesimen variasi temperatur :  $250^\circ\text{C}$ , dan  $400^\circ\text{C}$ . Pemotretan baru dilakukan setelah penampakannya sudah benar-benar jelas atau fokus.



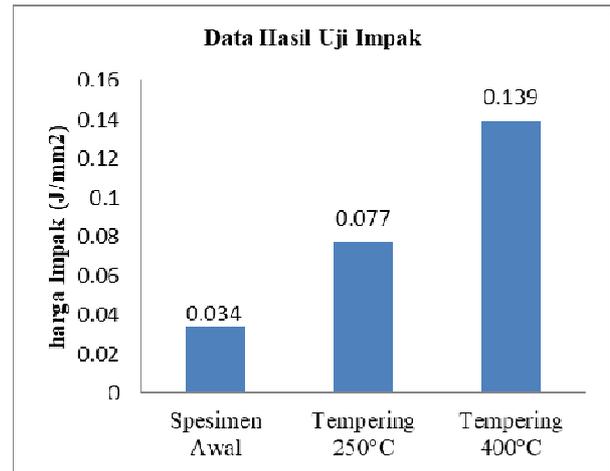
**Gambar 3.** Alat pengamatan struktur mikro

##### 2.5.1. Pengampelasan

Pengampelasan dilakukan mulai dari nomor seri amplas yang paling kasar sampai dengan nomor seri kekasaran yang cukup halus, yaitu nomor : 100, 240, 400, 600, 800, dan 1000. Nomor kecil menunjukkan kertas amplas kasar dan nomor lebih besar menunjukkan kertas amplas lebih halus.

**2.5.2. Pemolesan (polishing)**

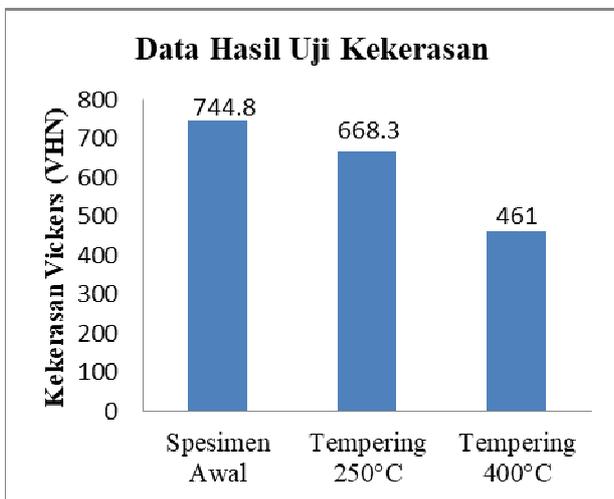
Pada pengamatan struktur mikro, untuk menaikkan tingkat kehalusan maka benda uji dipoles dengan menggunakan alumina hingga diperoleh permukaan yang lebih halus dan mengkilat seperti cermin sehingga struktur mikro dari benda uji dapat terlihat jelas dengan menggunakan mikroskop. Pemolesan alumina ke benda uji dilakukan dengan kain bludru agar permukaan yang diperoleh benar-benar halus tanpa adanya goresan bekas pengerjaan. Setelah proses ini selesai, benda uji perlu diperiksa dengan mikroskop untuk mengetahui ada tidaknya goresan.



**Gambar 5.** Data harga impak setiap spesimen

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1. Hasil Uji Kekerasan**



**Gambar 4.** Data kekerasan pada setiap spesimen

Hasil dari pengujian kekerasan didapatkan harga kekerasan rata-rata tertinggi pada spesimen awal tanpa perlakuan panas didapatkan nilai 774,8 VHN karena pada proses pembuatannya telah mengalami penempaan berulang-ulang dan didinginkan secara cepat dengan media pendingin air sehingga menyebabkan pembentukan fasa martensit dengan butir kristal yang kasar. Spesimen dengan perlakuan pada tempering 250°C didapatkan nilai sebesar 668,3 VHN karena temperatur temper terendah (250°C), dan pendinginan di udara terbuka. Sehingga bentuk fasa masih dalam martensit. Spesimen dengan perlakuan panas pada tempering 400°C didapatkan nilai sebesar 461 VHN Karena temperatur terlalu tinggi sehingga ukuran dan distribusi karbida menjadi lebih halus. sehingga bentuk fasa masih dalam martensit.

**3.2. Hasil Uji Impak**

Dari hasil pengujian impak didapatkan harga ketangguhan rata-rata tertinggi (paling liat) pada spesimen tempering 400°C sebesar 0,139 J/mm<sup>2</sup> karena pendinginan paling lambat menghasilkan butiran kristal perlit paling halus, maka patahan termasuk liat yaitu tampak patahan banyak berbentuk sudut tajam, atau banyak perubahan bentuk dengan ciri-ciri : runcing, buram dan berserat.

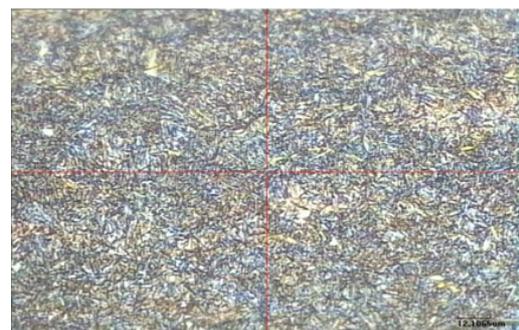
Pada spesimen dengan tempering 250°C harga impak sebesar 0,077 J/mm<sup>2</sup> didapatkan fasa martensit yang lebih tangguh meskipun kekerasan turun dibandingkan spesimen awal. Karena butir-butir logam agak lebih kecil menyebabkan ikatan logam semakin kuat maka jenis patahan termasuk liat.

Pada spesimen awal (paling getas) harga impak sebesar 0,034 J/mm<sup>2</sup>. Hal ini disebabkan pendinginan dengan cepat melalui media pendingin air. Sehingga membentuk butiran kristal logam yang kasar sehingga ikatan antar butirnya lemah dan mudah patah getas. Jenis patahan termasuk getas dengan ciri deformasinya paling kecil diperlihatkan dengan permukaan patah yang rata.

Sub bab membahas bagian-bagian yang dianalisis. Hasil penelitian dapat berupa tabel, grafik, atau gambar gambaran visual.

**3.3. Hasil Pengamatan Struktur Mikro**

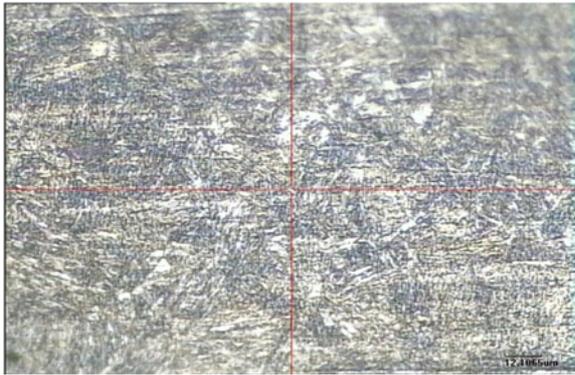
**3.3.1. Struktur Mikro Pada Spesimen Awal**



**Gambar 6.** Struktur mikro pada spesimen awal

Dari hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan fasa yang didapatkan fasa martensit yang dapat membuktikan terjadinya laju pendinginan yang sangat cepat. Martensit terbentuk lebih rapat dan merata. Laju pendinginan cepat menghasilkan fasa martensit seperti jarum-jarum yang tersebar merata dan pada bagian tepinya berwarna kehitaman. Selain itu didapatkan sedikit perlit.

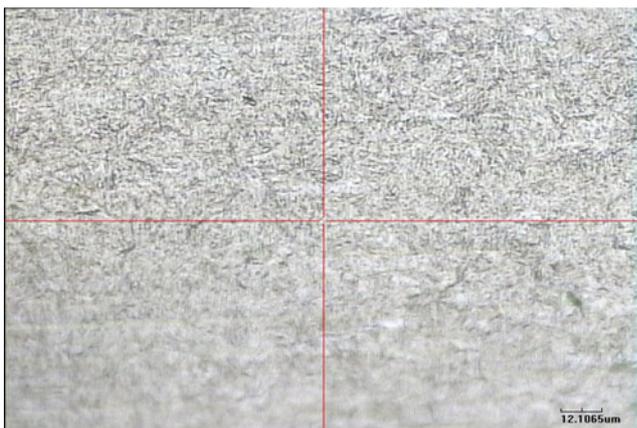
### 3.3.2. Struktur Mikro Pada Spesimen Tempering 250°C



**Gambar 7.** Struktur mikro spesimen pada tempering 250°C

Hasil dari pengamatan struktur mikro tempering 250°C tidak mengalami perubahan yang begitu mencolok, hanya ukuran dan distribusi karbida menjadi lebih halus dari struktur spesimen awal fasa martensit bertransformasi menjadi fasa martensit temper.

### 3.3.3. Struktur Mikro Pada Spesimen Tempering 400°C



**Gambar 8.** Struktur mikro pada spesimen tempering 400°C

Hasil dari foto mikro tempering 400°C masih terdapat fasa martensit. Hanya saja ukuran dan

distribusi karbida menjadi lebih halus. Diawali pemanasan baja sampai austenit dan dicelup dalam air. Pada temperatur di atas ditahan dalam waktu 60 menit dan didinginkan di udara terbuka.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan data penelitian dapat disimpulkan hasil dari pengujian kekerasan didapatkan harga kekerasan rata-rata tertinggi pada spesimen awal sebesar 774,8 VHN dan berturut-turut menuju posisi terendah, yaitu spesimen tempering 250°C sebesar 668,3 VHN dan spesimen paling rendah spesimen tempering 400°C sebesar 461 VHN. Hal ini berbanding terbalik dengan hasil uji impak dimana hasil tertinggi pada spesimen tempering 400°C dengan nilai sebesar 0,139 J/mm<sup>2</sup> kemudian pada spesimen tempering 250°C sebesar 0,077 J/mm<sup>2</sup>, nilai terendah (paling getas) pada spesimen awal dengan nilai sebesar 0,034 J/mm<sup>2</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Arief Murtiono. 2012. Pengaruh quenching dan tempering terhadap kekerasan dan kekuatan tarik serta struktur mikro baja karbon sedang untuk mata pisau pemanen sawit. Jurnal e-Dinamis, Volume II, No.2, September 2012 ISSN 2338-1035.
2. Agung Sertyo Darmawan . 2008. Proses quenching dan tempering pada SCMnCr2 untuk memenuhi standar JIS G 5111. Jurnal Media Mesin. Vol. 9, No. 02, juli 2008.
3. Desti Nurjayanti, dkk. 2013. Pengaruh lama pemanasan, pendinginan cepat, dan Tempering 600°C terhadap Sifat Ketangguhan pada Baja Pegas Daun AISI No. 9260 Jurnal Teori dan aplikasi fisika Vol. 01, No 02, juli 2013.
4. Rudi S dan Estu T. 2016. Perbandingan Kekerasan dan Struktur Mikro Pegas Daun yang Mengalami Proses Heat Treatment. Bina Teknik, Volume 12 Nomor 2, Edisi Desember 2016, 185-193.
5. Susri Mizhar dan suherman. 2011. Pengaruh perbedaan kondisi tempering terhadap struktur mikro dan kekerasan dari baja aisi 4140. Jurnal dinamis volume II No 8 Januari 2011.