

# ANALISIS KEKERASAN PERLAKUAN PANAS BAJA PEGAS DENGAN PENDINGINAN SISTEM PANCARAN PADA TEKANAN 20, 40 DAN 60 PSI

Oleh :

Asfarizal<sup>1</sup> & Suhardiman<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dosen Teknik Mesin - Institut Teknologi Padang

<sup>2</sup> Alumni Teknik Mesin Institut Teknologi Padang

---

## Abstract

*In the heat treatment with rapid dye method (Quenching) has the disadvantage that the increase of water temperature around the metal is high enough, it is not suitable for long material, this issue need another attempt to study the cooling method with spraying system which is done to the spring steel. Heating is done until temperature of 920 ° C, with holding time 60 min, pressure 20, 40, 60 psi and 120 seconds of spraying time. After heat treatment, the specimens' hardness is tested by the method of Rockwell C (HRC). The results of hardness testing showed that the average hardness at a pressure of 20, 40, 60 psi is 34.55 HRC, HRC 39.80, and 40.45 HRC. At a pressure of 60 psi martensitic phase is observed clearly. There is a tendency that the higher the pressure, the hardness increased.*

**Key words:** Steel springs, pressure, spraying, hardness.

---

## PENDAHULUAN

Heat treatment (perlakuan panas) adalah salah satu proses untuk mengubah sifat mekanik baja dengan berbagai metoda diantaranya adalah; celup cepat (quench), annealing, karburisasi. Celup cepat atau pendinginan cepat prosesnya diawali dengan memanaskan spesimen sampai pada temperatur rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan cepat dalam media pendingin seperti udara, air, air garam, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kecepatan pendinginan yang berbeda-beda.

Celup cepat (*Quench*) adalah suatu metoda umum untuk meningkatkan kekerasan baja, namun prosesnya memiliki kelemahan yaitu; media pendingin dipakai berulang-ulang, temperatur mudah meningkat, bagian spesimen yang tercelup lebih awal memiliki sifat yang lebih baik dari bagian yang dicelup akhir dan sulit diterapkan pendinginan yang merata untuk komponen-komponen panjang dan besar. Pendinginan celup cepat yang konvensional sulit diaplikasikan terhadap baja yang memiliki dimensi besar dan berat. Kelemahan sisi lainnya adalah temperatur air cenderung meningkat.

Pada industri pengolahan logam khususnya baja, pendinginan yang dilakukan kebanyakan dengan proses pendinginan pancaran, hal ini disebabkan karena baja memiliki dimensi yang besar, berat dan memiliki temperatur yang tinggi sehingga sukar diangkat. Sistem pendinginan yang paling cocok adalah sistem pancaran tersebut. Keuntungan lain yang bisa diperoleh adalah temperatur air pendingin yang relatif stabil dan ini bagian yang penting dari proses pendinginan. Pendinginan cepat dengan sistem pancaran ini akan mampu merubah sifat-sifat mekanik baja dan sejauh mana perubahan yang terjadi pada baja setelah didinginkan, maka percobaan berikut akan menjawab pertanyaan tersebut. Salah satu sifat mekanik penting dari baja adalah kekerasan, perubahan struktur mikro yang terjadi pada baja setelah perlakuan panas akan berperan terhadap nilai kekerasannya.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa pembatasan yaitu; Jenis material yang digunakan adalah baja pegas daun, temperatur pemanasan 920°C, dengan waktu tahan 60 menit, media pendingin adalah air PDAM, tekanan udara kompresor 20, 40, 60 PSI dan waktu penyemprotan 120 detik.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Peralatan Penelitian

Tentang prosedur penelitian, dimana sub pokok pembahasan adalah peralatan, pengujian, pembuatan spesimen uji, skema pengujian dan prosedur pengujian, semua ini dilakukan di labor teknik Material Institut Teknologi Padang dan labor material Teknik Universitas Andalas. Peralatan dalam penelitian ini terdiri dari peralatan utama dan peralatan pendukung lainnya.

### Peralatan Utama

Peralatan utama dari penelitian ini terdiri dari :

1. Tungku Pemanas (*furnace*)  
Alat ini digunakan untuk memanaskan spesimen uji.
2. Alat uji kekerasan  
Uji kekerasan yang digunakan dalam pengujian ini adalah alat uji kekerasan

*Rockwell C*. dengan spesifikasi sebagai berikut :

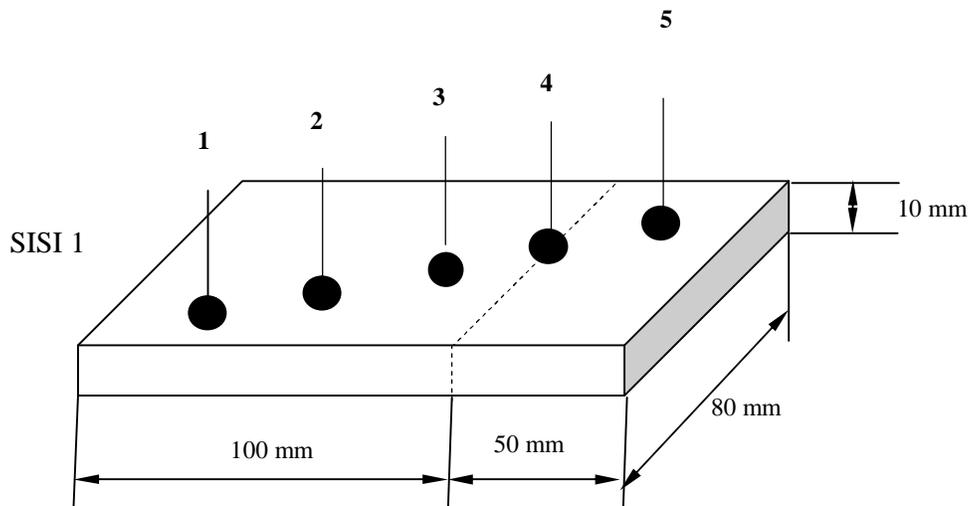
Merek : Shimadzu Hardness Tester,  
type : HR, MFG No: 8264, Indentor:

Intan, mesin Poles dengan spesifikasi :  
motor : 100 Volt, Putaran : 15–400 rpm.

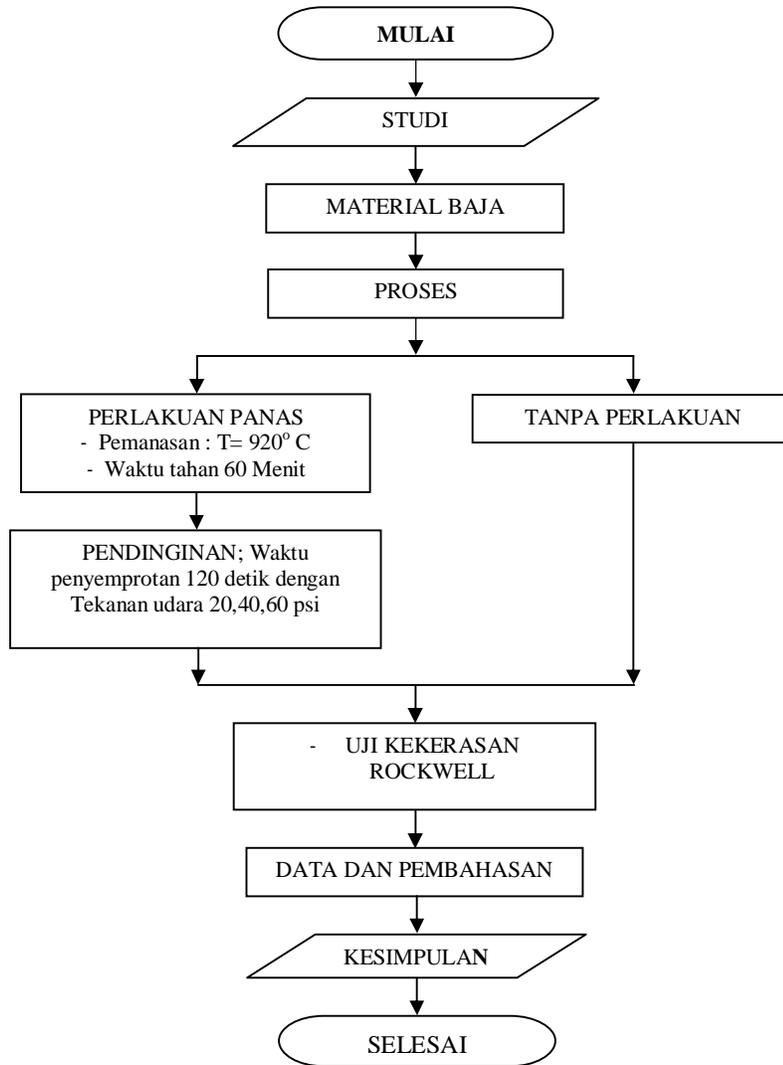
3. Mikroskop Optik; tipe yang digunakan adalah mikroskop optik logam (*Metallurgy microscope*) type OPTHIPOT – 100 S. mikroskop ini dilengkapi dengan kamera khusus (*Photomicrography equipment*). Pembesaran maksimum yang dapat dilihat dengan mikroskop ini adalah 2000 X.

### Spesimen Uji

Spesimen uji berukuran 150 x 80 x 10 mm, yang berbentuk empat persegi panjang.



Gambar 1. Penampang specimen, menunjukkan daerah uji kekerasan pada sisi 1

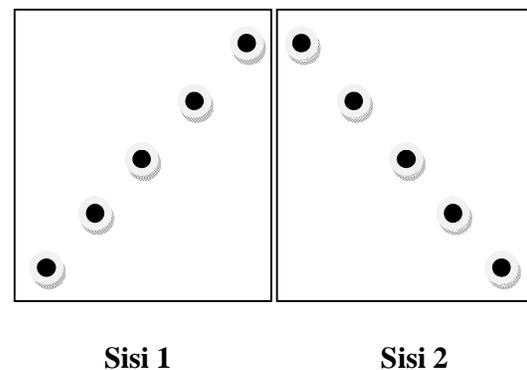


Gambar 2 Diagram alir metode penelitian

## DATA DAN PEMBAHASAN

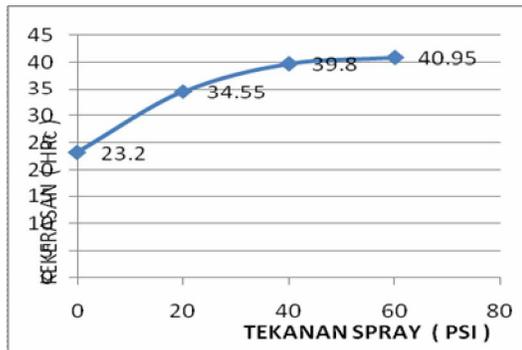
### Nilai Kekerasan

Spesimen baja pegas mengalami dua perlakuan panas yaitu *normalizing* dan *hardening*. *Normalizing* bertujuan untuk menseragamkan sifat fisik dan mekanik setelah mengalami pemotongan, setelah dingin dilanjutkan dengan *hardening*. Nilai kekerasan diuji menggunakan metode Rockwell skala C, indentor *diamond cone* (konus intan) dengan beban 150 Kgf, pengujian dilakukan terhadap 4 spesimen uji, jumlah titik uji 35. Titik uji kekerasan dibuat diagonal sesuai gambar berikut ini.



Gambar 3. Titik uji kekerasan Sisi 1 dan Sisi 2

Nilai uji kekerasan yang diperoleh pada tiga spesimen ditunjukkan dalam kurva 1. dibawah ini



Gambar 4. Grafik pengaruh tekanan spray terhadap kekerasan baja.

Udara bertekanan dari kompresor berfungsi untuk menekan air pendingin keluar dari spuyer berupa pancaran air yang hakekatnya menentukan volume air setiap menit. Meningkatnya tekanan kompresor berbanding lurus dengan meningkatnya volume air setiap menit.

Pada kurva diatas menunjukkan bahwa meningkatnya volume air pancaran setiap menit cenderung meningkatkan kekerasan. Peningkatan kekerasan yang sangat signifikan terhadap kekerasan awal (sebelum hardening) terjadi pada tekanan 20 psi yaitu 34,55 HRC dengan perbedaan 11,35 terhadap spesimen tanpa perlakuan, selanjutnya perbedaan nilai kekerasan pada tekanan 40 psi terhadap tekanan 20 psi yaitu 5,24 HRC. Peningkatan nilai kekerasan terendah terjadi pada tekanan 60 psi yaitu 40,95 HRC dengan perbedaan kekerasan 1,16 psi terhadap tekanan 40 psi yaitu 39,79 Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kekerasan yang terbaik terjadi pada tekanan 20 psi dan pengningkatn kekerasan yang kurang baik terjadi pada tekanan 60 psi.

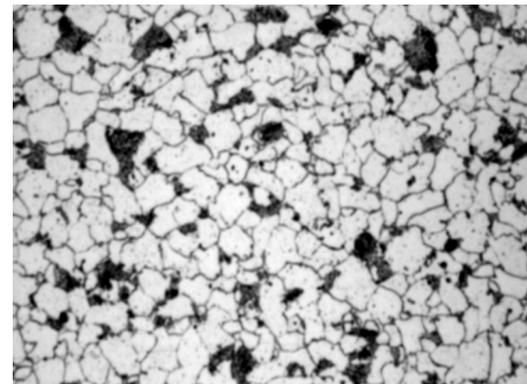
Jika ditinjau peningkatan nilai kekerasan spesimen setelah hardening terhadap baja pegas tanpa hardening, maka nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada tekanan 60 psi yaitu 40,95 HRC dengan perbedaan peningkatan nilai kekerasan 17,75 HRC dan nilai kekerasan terendah diperoleh pada tekanan 20 psi yaitu

34,55 HRC dengan perbedaan peningkatan nilai kekerasan 11,35. Mengacu pada peningkatan tekanan disetiap tahapan tersebut, maka dalam aplikasinya terhadap hardening baja pegas dianjurkan pada tekanan 60 psi, namun demikian penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memperkuat hasil penelitian ini.

### Struktur Mikro

Pengamatan metalografi yang dilakukan di laboratorim Material Teknik Mesin Fakultas teknologi Industri Institut Teknologi Padang dan mempelajari foto struktur mikro dari material baja pegas, berikut foto dari pengujian metalografi yang dilakukan.

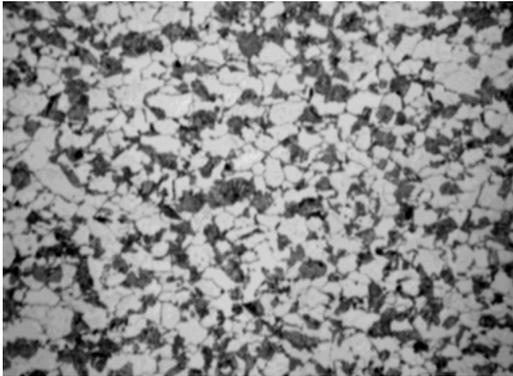
- Struktur mikro diatas menunjukan bahwa semua spesimen dinormalisasi kemudian perlakuan panas pengerasan (hardening heat treatment), matrik dari strukturnya ferit (putih) yang diselengi grafit yang tumbuh tidak merata. Fase ferit bersifat lunak karena itu nilai kekerasannya rendah (23,2 HRC). Ukuran butir terlihat merata meskipun di beberapa daerah ada ukuran butir yang kecil dan besar, demikian juga halnya dengan butir grafit



Gambar 5. Struktur material baja pegas sebelum perlakuan panas terdiri grafit (warna gelap) dan Ferrit (warna terang), M: 200x

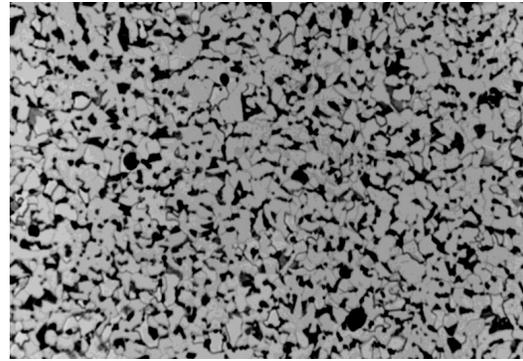
- Struktur Mikro spesimen perlakuan panas dengan tekanan spray 20 psi. Pendinginan pada tekanan 20 psi, waktu 120 detik menunjukkan pertumbuhan butir ferit yang lebih halus dan merata diiringi dengan

tumbuhnya butir grafit yang halus dengan jumlah setara dengan ferit, hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan kekerasan yang signifikan terhadap spesimen tanpa perlakuan panas (hardening). Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa nilai kekerasan pada tekanan 20 psi adalah 34,55 HRC



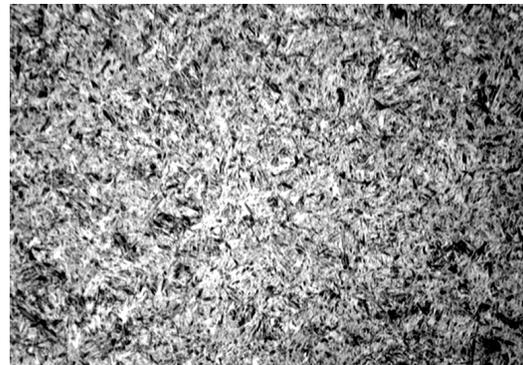
Gambar 5. Struktur mikro material baja pegas terdiri dari Grafit dan Ferit, M: 200x

- c. Struktur Mikro spesimen perlakuan panas dengan tekanan spray 40 psi. Pendinginan pada tekanan 40 psi menunjukkan ukuran butir yang lebih halus dari tekanan 20 psi, terlihat bahwa grafit tumbuh lebih halus menyebar merata disetiap butir ferit. Pertumbuhan butir-butir yang lebih halus dari tekanan 20 psi berbanding lurus dengan nilai kekerasan, hal ini disebabkan pertumbuhan grafit halus yang lebih menyebar disetiap butir ferit dan meningkatnya ikatan antar butir. Nilai kekerasannya adalah 39,79 HRc, lebih tinggi dari 34,55 HRc



Gambar 6. Struktur mikro material baja pegas terdiri dari Grafit dan ferrit halus yang merata disetiap butirnya, M: 200x.

- d. Struktur Mikro spesimen perlakuan panas pada tekanan spray 60 psi. Pendinginan pada tekanan 60 psi menunjukkan terbentuknya butir-butir martensit yang keras lebih halus dari butir-butir pendinginan pada tekanan 40 psi. Nilai kekerasan spesimen pada tekanan pendinginan 60 psi adalah 40,95 HRc, lebih tinggi dari nilai kekerasan pendinginan pada tekanan 40 psi yaitu 39,79 psi, peningkatan nilai kekerasannya kecil yaitu 1,16 HRC. Ini menunjukkan peningkatan nilai kekerasan setelah pendinginan pada tekanan 60 psi relatif tidak jauh berbeda dengan tekanan 40 psi.



Gambar 7. Struktur mikro baja pegas terdiri dari martensit, tekanan pendinginan 60 psi, M: 200x

## **Hubungan kekerasan dengan struktur mikro**

Meningkatnya tekanan spray yang digunakan dan waktu tahan yang cukup memberi kesempatan pada pertumbuhan butir, hal ini karena adanya energy yang dilepas waktu pemanasan, pada waktu bersamaan atom bergerak melintasi batas butir dengan permukaan cembung sampai ke butir dengan permukaan cekung dan atom-atom berkoordinasi dengan sejumlah besar atom tetangga pada jarak interatomik keseimbangan. Akibatnya batas bergerak mendekati batas kelengkungan, karena butir-butir kecil cenderung memiliki permukaan dengan kecembungan yang lebih tajam dibandingkan butir-butir besar, butir-butir kecil berinteraksi kebutir yang lebih besar, efek keseluruhan yang terjadi adalah pertumbuhan butir.

Selain itu, pendinginan yang cepat menyebabkan butiran lebih kecil karena setiap sel tidak sempat lagi membentuk kelompok satuan yang lebih besar dan struktur butir yang halus memiliki sifat yang lebih keras dibandingkan butir yang kasar. Kekerasan material dapat dicapai pada laju pendinginan yang diberikan, makin cepat pendinginan yang diberikan maka akan menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi.

## **KESIMPULAN**

Dari uraian pembahasan dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Peningkatan kekerasan berbanding lurus dengan tekanan air yang ekuivalen dengan volume air per waktu.
2. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada tekanan 60 psi, yaitu 40,95 HRC dan fasanya martensit., nilai kekerasan terendah diperoleh pada tekanan 20 psi yaitu 34,55 HRC dan matriknya ferit.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Amanto,H, dan Darmanto.1999. Ilmu Bahan.: Jakarta, Bumi Aksara.
- Djaprie, Sriati.1992. Ilmu dan Teknologi Bahan :Jakarta, Erlangga
- Djaprie, Sriati.1993. Metalurgi Mekanik : Jakarta,Erlangga
- Lawrence H.Van Vlack.Elemen-Elemen Ilmu dan Rekayasa Material Edisi Keenam.
- Schonmetz.1997. Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam : Bandung,Angkasa
- Surdia, Tata.1987.Pengetahuan Bahan Teknik : Jakarta,Pradnya Paramitha
- R.E. Smallman. Metalurgi Fisik Modern. Edisi Keempat. :Jakarta, PT.Gramedia