

## PENGARUH SUHU QUENCH DAN TEMPER PADA PROSES Pengerasan PERMUKAAN BAJA AISI 1045

Miftah Azizi, Helmy Purwanto dan Muhammad. Dzulfikar

Jurusan teknik mesin, Fakultas teknik, universitas wahid hasyim semarang  
Jl. Menoreh tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236

\*Email: azizimiftah@gmail.com

### Abstrak

Perlakuan panas (*heat treatment*) didefinisikan sebagai kombinasi operasi pemanasan dan pendinginan yang terkontrol dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu pada baja. Salah satu metode perlakuan panas yaitu proses *quenching* dan *tempering* dengan mesin pemanas induksi. Penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui kekerasan, struktur mikro dari pin track link bulldozer dan untuk mengetahui pengaruh temperatur *tempering* pasca *quenching* dengan media air pada baja AISI 1045 terhadap struktur mikro dan kekerasan menggunakan mesin pemanas induksi dengan variasi temperatur *quenching* dan *tempering*. Hasil pengujian kekerasan spesimen pin track link bulldozer dari tepi ke tengah spesimen mengalami penurunan. Nilai rerata pada tepi spesimen jarak 1 mm adalah 50,5 HRC, pada jarak 14 mm dari tepi spesimen memiliki nilai kekerasan 28 HRC, struktur mikro memperlihatkan martensit pada tepi ferrite dan pearlite pada tengah spesimen. Sedangkan pada baja AISI 1045 kekerasan maksimum setelah mengalami proses *quenching* adalah 61,5 HRC dan setelah proses *tempering* mengalami penurunan yaitu sebesar 49 HRC, struktur mikro memperlihatkan martensit ditepi spesimen uji dan ferrite-pearlite pada tengah spesimen uji.

**Kata kunci:** perlakuan panas, pemanas induksi, uji kekerasan, struktur mikro

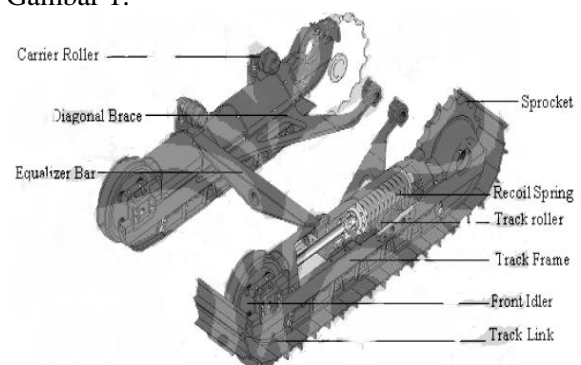
### PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan yang semakin maju, mendorong para pelaku dunia industri untuk meningkatkan kebutuhan penggunaan dari hasil pengerasan baja yang dibutuhkan konsumen. Pengerasan permukaan merupakan pengembangan dari perlakuan panas konvensional dimana bagian yang mengalami perlakuan hanya terbatas pada bagian permukaan saja. Salah satu metode pengerasan permukaan (*surface hardening*) yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kekerasan permukaan bahan adalah metode induksi magnetik. Pengerasan dapat dilakukan dengan cara *quenching*. *Quenching* adalah memanaskan benda kerja hingga temperatur austenisasi dilanjutkan dengan proses pencelupan di dalam media pendingin.

Proses *quenching* menghasilkan produk yang keras, getas dan terdapat tegangan sisa. Untuk mengurangi kekerasan, kegetasan dan menghilangkan tegangan sisa maka perlu dilakukan proses *tempering*. *Tempering* merupakan suatu proses pemanasan baja hingga mencapai temperatur dibawah temperatur kritis dan menahannya pada temperatur tersebut untuk jangka waktu tertentu. Ketahanan aus didefinisikan sebagai ketahanan terhadap abrasi atau ketahanan terhadap pengurangan dimensi

akibat suatu gesekan. ketahanan aus berbanding lurus dengan kekerasan (Avner, 1974).

*Bulldozer* adalah jenis peralatan berat bertipe traktor yang menggunakan *track* atau rantai serta dilengkapi dengan pisau atau *blade* yang terletak di depan. *Undercarriage bulldozer* merupakan komponen bagian bawah dari unit *bulldozer*. *Track link* berfungsi untuk merubah gerakan putaran menjadi gerakan gulungan. Salah satu komponen yang terdapat pada *track link* adalah pin. Pin *track link* berfungsi menghubungkan dan memutuskan *link* satu dengan *link* berikutnya juga sebagai tempat kedudukan *bushing*. Bentuk *Undercarriage bulldozer* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Komponen *undercarriage bulldozer*

### Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Perlakuan panas (*heat treatment*) adalah suatu proses mengubah sifat mekanis logam dengan cara mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendinginan dengan atau tanpa mengubah komposisi kimia. Tujuan proses perlakuan panas untuk menghasilkan sifat-sifat logam yang diinginkan.

*Quenching* merupakan pendinginan secara cepat suatu logam dengan pencelupan pada media pendingin. Kekerasan maksimum dapat terjadi dengan mendinginkan secara mendadak sampel yang telah dipanaskan sehingga mengakibatkan perubahan struktur mikro.

*Tempering* merupakan suatu proses pemanasan baja hingga mencapai temperatur dibawah temperatur kritis dan menahannya pada temperatur tersebut untuk jangka waktu tertentu. Kemudian baja tersebut didinginkan dengan menggunakan media udara. Proses *tempering* ini bertujuan untuk memperoleh keuletan dan ketangguhan pada sifat baja. Proses *tempering* biasa diterapkan terhadap baja yang telah mengalami proses *quenching*, atau celup cepat (Thelning K.E, 1984).

### Prinsip pemanasan induksi

Prinsip pemanasan induksi secara sederhana yaitu ketika sebuah kumparan yang dialiri arus bolak-balik berada disekitar bahan konduktif, maka keduanya akan dihubungkan oleh medan magnet bolak-balik. Medan magnet ini akan menginduksikan arus listrik bolak-balik yang disebut arus *eddy*, yang mengalir pada permukaan bahan konduktif dan kemudian akan memanaskan bahan konduktif tersebut. Jadi secara umum prinsip dasar yang dimanfaatkan dalam pemanasan induksi yaitu:

- Arus *Eddy* memiliki peranan yang paling dominan dalam proses pemanasan induksi. Panas yang dihasilkan pada material sangat bergantung kepada besarnya arus *eddy* yang diinduksikan oleh lilitan penginduksi. Ketika lilitan dialiri oleh arus bolak-balik, maka akan timbul medan magnet di sekitar kawat penghantar. Medan magnet tersebut besarnya berubah-ubah sesuai dengan arus yang mengalir pada lilitan tersebut.
- Efek kulit jika arus searah melewati sebuah konduktor, maka arus akan terdistribusi secara merata pada seluruh permukaan konduktor tersebut. Tetapi jika arus bolak-

balik dialirkan melalui konduktor yang sama, arus tidak tersebar secara merata. Kerapatan arus paling besar selalu berada di permukaan konduktor dan kerapatan arus ini akan semakin berkurang ketika mendekati pusat konduktor. Efek kulit ini menyebabkan energi panas yang dikonversi dari energi listrik terpusat pada permukaan material, sehingga permukaan material lebih cepat panas dari pada pusatnya.

### METODOLOGI

#### Alat

Peralatan utama yang digunakan adalah: Alat pemanas induksi

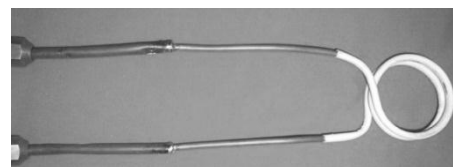


Gambar 2. Rangkaian mesin pemanas induksi

Pada pengujian ini digunakan tiga jenis koil pemanas, yaitu koil dua lilitan, koil tiga lilitan dan koil *tempering*. Koil yang digunakan terbuat dari pipa tembaga dengan diameter 5 mm dan tebal 1 mm. Gambar koil pemanas dapat dilihat pada Gambar 3.



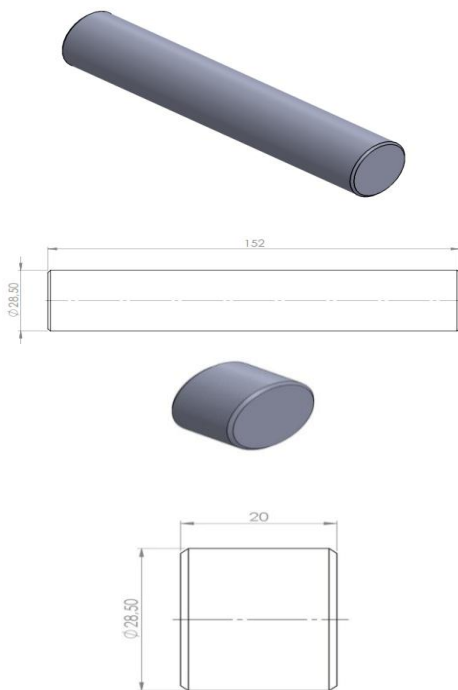
Gambar 3 Koil pemanas *quenching*



Gambar 4 Koil pemanas *tempering*

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah baja AISI 1045 dengan dimensi awal *pin track link bulldozer* seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Bentuk dan dimensi spesimen uji

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komposisi bahan

Tabel 2 Komposisi unsur *pin track link bulldozer*

Unsur	Persentase kandungan (%)
Fe	97,572
S	0,021
Al	0,0024
C	0,426
Ni	0,0513
Nb	0,0009
Si	0,243
Cr	0,2648
Mn	1,159
Mo	0,0061
P	0,0162
Cu	0,175
Ti	0,0129
N	0,018
B	0,0006
Pb	-0,00
Sb	0,0038
Ca	0,0019
Mg	-0,0011
Zn	0,0022
Co	0,0066

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa material spesimen *pin track link bulldozer* memiliki kandungan Fe sebesar 97,57 % dan C sebesar 0,426 %. Dengan diketahuinya kedua unsur tersebut, maka *raw material* dari *pin track link bulldozer* dapat diklasifikasikan sebagai baja karbon sedang karena baja karbon sedang memiliki kadar karbon antara 0,25-0,60 %.

### Persebaran nilai kekerasan

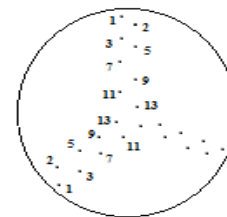
Spesimen *pin track link bulldozer* dapat ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. *pin track link bulldozer*

Nilai kekerasan dari *pin track link bulldozer* bekas dari diameter luar ke dalam adalah 50, 5 HRC; 40 HRC; 34,6 HRC; 30,6; 28,25 HRC dan 28 HRC.

Sedangkan gambar specimen yang telah diuji kekerasannya diperlihatkan pada Gambar 7.



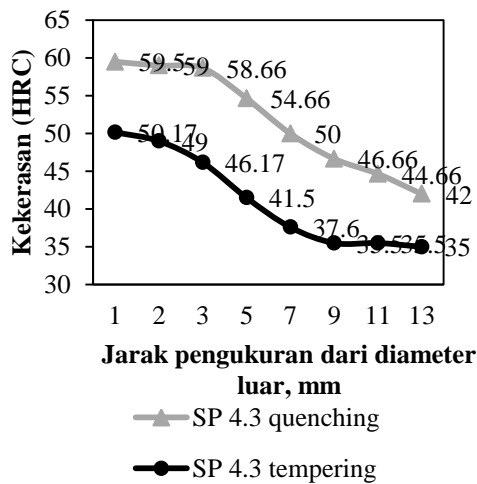
Gambar 7. Persebaran titik indentasi dalam mm dari tepi pada AISI 1045 sebagai material pengganti *pin track link bulldozer*

Dari hasil pengukuran masing-masing specimen dari tempering 250, 300, 350 °C didapatkan yang paling mirip dengan *pin track link bulldozer* bekas adalah specimen tempering 350 °C yang diberi nama SP 4.3. Untuk hasil tempering 250 dan 300 °C didapatkan maksimum kekerasan 49 HRC. Dan

paling jauh dari diameter luar adalah 36 HRC. Sedangkan pada specimen tempering 350 °C bagian tepi mendekati diameter luar diatas 50 HRC.

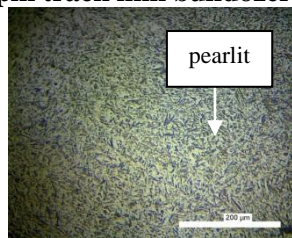
Dari perbandingan antara nilai kekerasan *quenching* dengan nilai kekerasan *tempering* dapat disimpulkan penurunan kekerasan yang signifikan terjadi pada specimen 4.3 tempering dengan suhu *tempering* 350 °C. Nilai kekerasan maksimum rerata dari diameter luar specimen sebelum tempering adalah 59,5 HRC dan sesudah di tempering turun menjadi 50,1 HRC. Semakin tinggi suhu *tempering*, kekerasan akan menjadi lebih rendah.

Hasil uji kekerasan dapat dibuat grafik yang disajikan pada Gambar 8

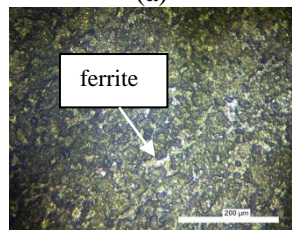


Gambar 8. Grafik specimen 4.3 setelah quenching dan tempering

Hasil foto mikro  
Specimen pin track link bulldozer



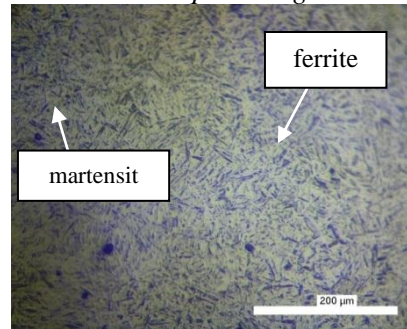
(a)



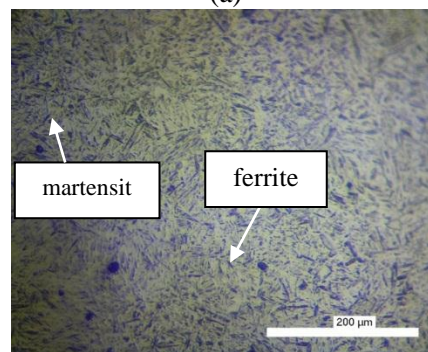
(b)

Gambar 9. (a) bagian tepi (b) bagian tengah Struktur mikro specimen pin track link bulldozer

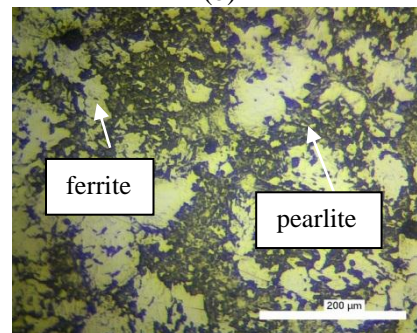
Specimen 4 3 setelah *quenching*



(a)



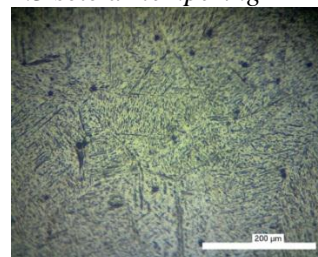
(b)



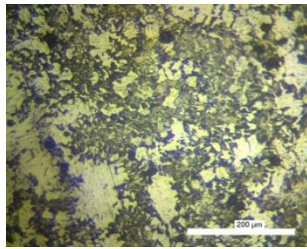
(c)

Gambar 10. Struktur mikro specimen 4.3 setelah *quenching* (a) bagian tepi (b) bagian tengah (c) bagian dalam perbesaran 200x

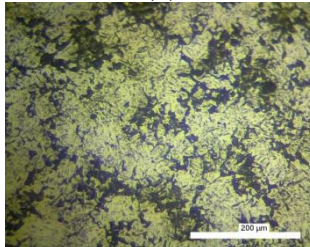
Specimen 4.3 setelah *tempering*



(a)



(b)



**Gambar 11 Struktur mikro spesimen 4.3 setelah tempering 350 °C (a) bagian tepi (b) bagian tengah (c) bagian dalam perbesaran 200x**

Terbentuknya fasa *martensit* pada bagian tepi dan tengah ini menyebabkan kenaikan kekerasan pada bagian tersebut. dimana kekerasan bagian tepi spesimen 4.3 mencapai 49,5 HRC dan mengalami penurunan kekerasan mencapai 35 HRC. Pada Gambar 11 dapat dilihat bahwa struktur mikro pada bagian tengah mengalami perubahan hilangnya fasa *martensit*.

#### KESIMPULAN

1. Struktur mikro pada material *pin track link bulldozer* memperlihatkan struktur *martensit* pada jarak 1 mm – 3 mm dari tepi spesimen dan struktur *pearlite, ferrite* pada tengah spesimen sedangkan nilai kekerasan dari tepi spesimen sampai ke tengah mengalami penurunan yaitu nilai rerata 50,5 HRC pada jarak 1 mm dari tepi spesimen dan 28 HRC pada jarak 14 mm dari tepi spesimen.
2. Nilai kekerasan maksimum pada proses tempering sebesar 49 HRC dicapai pada suhu 350 °C dan penurunan kekerasan rata-rata sebesar 1-2 HRC pada temperatur 250 °C, 2-5 HRC pada temperatur 300 °C dan 5-11 HRC pada temperatur 350 °C.
3. Struktur mikro pada spesimen *pin* material AISI 1045 sebagai pengganti *pin track link bulldozer* pada proses *tempering* pada suhu 250 °C memperlihatkan struktur *martensit* pada tepi dan tengah, pada bagian dalam memperlihatkan struktur *pearlite, ferrite*. Sedangkan *tempering* pada suhu 300 °C

dan 350 °C memperlihatkan struktur *martensit* pada jarak 1 mm – 3 mm dari tepi spesimen, tengah pada jarak 5 mm – 9 mm dan dalam pada jarak 11 mm – 14 mm dari tepi spesimen memperlihatkan struktur *pearlite, ferrite*.

#### Saran

Dalam melakukan *induction hardening* diperlukan alat ukur yang presisi untuk mengukur ketepatan suhu pada saat pengujian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- A.P.Bayuseno E, E Yohana, M. Dzulfikar. D I Prasetyo, M. Khadif dan R.ismail M, 2014, Pengaruh Tempering Menggunakan Pemanas Induksi Terhadap Nilai Kekerasan Dan Struktur Mikro Material Baja St 60 Pasca Quenching, *SNTMUT*, Hal 01-5, ISBN: 978-602-70012-0-6.
- Amanto, H, 1999, *Ilmu Bahan*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Avner H S, 1974, *Introduction To Physical Metallurgy*, Mcgraw-Hill International edition, New york.
- Dalil, M. Priyatno, A. Inoun I, 1999, Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil (Holding Time) Terhadap Kekerasan Logam. *Jurnal Natur Indonesia*, Vol.II No 1. Hal 12-17.
- Kurniawan P., 2007, *Perbedaan Nilai Kekerasan pada Proses Double Hardening dengan Media Pendingin Air dan Oli SAE 20 pada Baja Karbon*, (Skripsi), Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Mizhar, S. d, 2011, Pengaruh Perbedaan Kondisi Tempering Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan dari Baja AISI 4140. *Jurnal Dinamis*, vol. II No.8. ISSN 0216-7492.
- Pama, 2003, *Sistem Final Drive And Undercarriage*, PT.Pama Persada Nusantara, Jakarta.
- Schonmentz G, 1985, *Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam*, Aksara.
- Supardi E. 1999, *Pengujian Logam*, Angkasa, Bandung.
- Syaefudin, 2001, *Pengerasan Baja karbon rendah dengan Metode Nitridasi dan Quenching*, (Skripsi), Universitas Diponegoro, Semarang.
- Thelning K.E, 1984, *Steel And Its Heat Treatment Second Edition*, Butterwoth, London.

V. Rudnev D. L. 2003, *Handbook of Induction Heating*, Marcel Dekker Inc, USA.  
Yogantoro A, 2010, *Penelitian Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan Low Tempering, Medium Tempering dan High Tempering pada Medium Carbon Steel*

*Produksi Pengecoran terhadap Struktur Mikro, Kekerasan dan Ketangguhan*, (Skripsi), UMS, Surakarta.  
Zinn S a, 1988, *Element of Induction Heating Design Control and Application*, ASM International.