

PENGARUH PROSES *HARDENING* PADA KARAKTERISTIK BAJA TIPE VCN 150 BERDIAMETER 16 MM UNTUK MATERIAL *SHAFT* PADA *ROLL MOTOR CONVEYOR*

Iwan Setyadi

*Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
i1setyadi2810@gmail.com*

Abstrak

Shaft pada *roll motor conveyor* merupakan salah satu komponen konveyor yang perlu dijaga performannya agar bisa berfungsi dengan baik, salah satunya ketahanan aus. Pemilihan material dan proses perlakuan panas yang tepat menjadi salah satu kuncinya. Pada riset ini dilakukan proses perlakuan panas *hardening* pada baja VCN 150 (setara AISI 4340) yang biasa digunakan untuk material *shaft* pada *roll motor conveyor*. Variabel yang digunakan adalah temperatur austenitisasi meliputi 770, 820 dan 870°C dengan *holding time* selama 90 menit, kemudian didinginkan cepat (*quenching*) dengan mencelupkan ke dalam media oli. Penelitian ini ditujukan untuk melihat pengaruh *hardening* terhadap karakteristik VCN 150 dibandingkan kondisi awal. Karakterisasi yang dilakukan meliputi uji *hardness*, uji *impact* dan metalografi menggunakan mikroskop optik. Hasil penelitian menunjukkan hasil *hardness* optimal diperoleh pada proses *hardening* dengan temperatur austenitisasi 870°C, dimana naik 67% dari 30 HRC (kondisi awal) menjadi 50 HRC, kekuatan *impact* (0,105 J/mm²) dan berstruktur mikro martensit. Sedangkan hasil kekuatan *impact* optimal diperoleh pada temperatur austenitisasi 820°C, dimana naik 60% dari 0,092 J/mm² (kondisi awal) menjadi 0,147 J/mm², nilai *hardness* 35 HRC dan berstruktur mikro ferrite-perlite.

Kata kunci : *shaft roll* , VCN 150, *hardening*, karakteristik.

1. PENDAHULUAN

Sebagai salah satu komponen penting pada konveyor, *shaft* pada *roll motor conveyor* menjadi penunjang utama pada sistem mekanik yang berfungsi sebagai poros (*shaft*) penggerak untuk memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain (Savković et al., 2019). Agar dapat memiliki performan yang baik, seperti ketahanan aus yang tinggi, maka pemilihan bahan dan proses perlakuan yang tepat menjadi perhatian dalam proses manufaktur *shaft* pada *roll motor conveyor*.

Baja VCN 150 yang setara dengan AISI AISI 4340 (Purnama et al., 2016) merupakan jenis material baja yang banyak digunakan untuk *shaft* pada *roll motor conveyor*. Baja ini masuk kelompok *machinery steel* yang juga merupakan baja paduan Nickel, Chrom dan Molybdenum dengan kandungan karbon menengah. Material ini memiliki ketangguhan kekuatan serta keuletan yang baik dan memiliki kemampuan untuk dikeraskan sehingga memang sesuai peruntukannya dengan kondisi operasional yang diinginkan.

Namun untuk meningkatkan daya tahan aus, salah satu cara yang dilakukan adalah meningkatkan kekerasan VCN 150. Ada korelasi bahwa peningkatan kekerasan akan

menaikkan daya tahan aus (*wear resistance*) suatu material.

Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan melakukan proses perlakuan panas *hardening* (Treating, 2013) guna mendapatkan struktur martensit. Peningkatan kekerasan pada VCN 150 juga pernah dilaporkan oleh peneliti sebelumnya untuk material roda *crane* (Hardi, 2014). Peningkatan kekerasan juga pernah dilaporkan pada baja AISI 4140 (Mizhar & Tampubolon, 2015).

Pada paper ini, hasil riset yang disampaikan adalah pengaruh proses *hardening* pada baja VCN 150 berdiameter 16 mm untuk *shaft* pada *roll motor conveyor*. Variabel penelitiannya adalah temperatur austenitisasi dan variabel tetapnya *holding time* serta media pendingin. Tujuan riset ini untuk menganalisis karakteristik optimal yang diperoleh melalui karakterisasi yang meliputi uji *hardness*, uji *impact* dan metalografi menggunakan mikroskop optik.

2. METODOLOGI

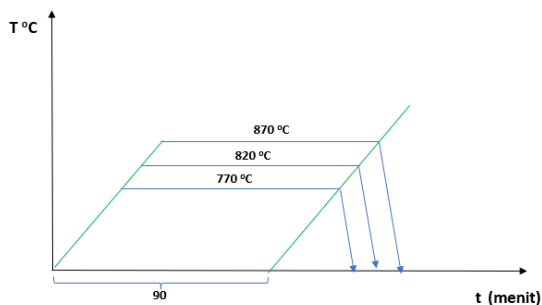
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah VCN 150 (setara AISI 4340)

berbentuk *rod* berdiameter 16 mm dengan komposisi seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi Kimia VCN 150 (Totten, 2006)

Unsur	% Berat
C	0,38 - 0,43
Si	0,20 - 0,35
Mn	0,60 - 0,80
S	0,04 - (Max)
P	0,40 - (Max)
Ni	1,65 - 2,00
Cr	0,70 - 0,90
Mo	0,20 - 0,30

Proses perlakuan panas yang dilakukan adalah proses *hardening* tanpa tempering. Dalam hal ini variabel bebasnya adalah temperatur austenitisasi. Ada tiga variasi temperatur yaitu 770, 820 dan 870°C. Sedangkan yang menjadi variabel tetapnya adalah *holding time* selama 90 menit dan media pendingin menggunakan oli. Sebagai pembanding digunakan material VCN 150 tanpa perlakuan (kondisi awal).



Gambar 1 Sketsa Diagram T vs t Proses *Hardening* dan Proses *Quenching* Yang Dilakukan

Karakterisasi yang dilakukan meliputi uji *hardness* metode Rockwell (ASTM, 18 C.E.) dimana penjejakan dilakukan pada 5 titik dengan beban 150 kgf, uji *impact* mengacu standar ASTM (E2248-18, 2018) dan metalografi menggunakan mikroskop optik dengan etsa Asam Nitrat HNO₃.

Bentuk spesimen yang di-*hardening* dan yang akan diuji dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Spesimen Yang Di *Hardening* Dan Yang Akan Diuji

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Hasil penelitian ini meliputi hasil uji kekerasan (*hardness*), hasil uji *impact* dan hasil metalografi.

Hasil Uji *Hardness*

Tabel 2 Hasil Uji Kekerasan (Rockwell) VCN 150 Pada Semua Kondisi

Kode Sampel	Titik	Nilai Kekerasan (HRC)	Rata-Rata (HRC)
VCN 150 (awal)	I	29,1	30 HRC
	II	29,3	
	III	29,7	
	IV	30,2	
	V	30,2	

Kode Sampel	Titik	Nilai Kekerasan (HRC)	Rata-Rata (HRC)
VCN 150 770° C	I	26,3	27 HRC
	II	26,8	
	III	26,8	
	IV	26,9	
	V	27,6	

Kode Sampel	Titik	Nilai Kekerasan (HRC)	Rata-Rata (HRC)
VCN 150 820° C	I	34,5	35 HRC
	II	34,7	
	III	34,7	
	IV	34,8	
	V	34,9	

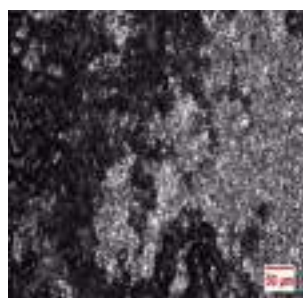
Kode Sampel	Titik	Nilai Kekerasan (HRC)	Rata-Rata (HRC)
VCN 150 870° C	I	49,2	50 HRC
	II	49,2	
	III	49,3	
	IV	49,7	
	V	50,4	

Hasil Uji *Impact*

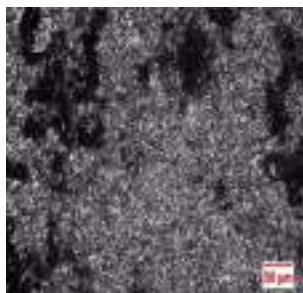
Tabel 3 Hasil Uji *Impact* VCN 150 Semua Kondisi

Kode Sampel	Energi Impact (J)	Harga Impact (J/mm ²)
Awal	51 Joule	0,092 J/mm ²
770° C	59 Joule	0,107 J/mm ²
820° C	81 Joule	0,147 J/mm ²
870° C	58 Joule	0,105 J/mm ²

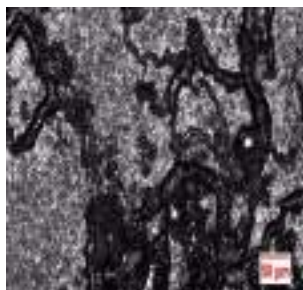
Hasil Metalografi (Mikroskop Optik)



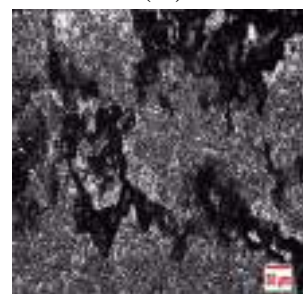
(i)



(ii)



(iii)

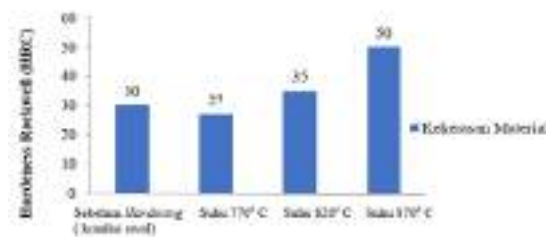


(iv)

Gambar 3 Hasil Uji Kekerasan (Rockwell) VCN 150 Pada Kondisi (i) Awal/Tanpa Perlakuan, Dan Hardening Pada T Masing-masing (ii) 770, (iii) 820 dan (iv) 870°C

3.2 Pembahasan

Análisis Nilai Kekerasan (Hardness)



Gambar 4 Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan (Rockwell) VCN 150 Pada Kondisi (i) Awal/Tanpa Perlakuan, dan Hardening Pada T Masing-masing (ii) 770, (iii) 820 dan (iv) 870°C

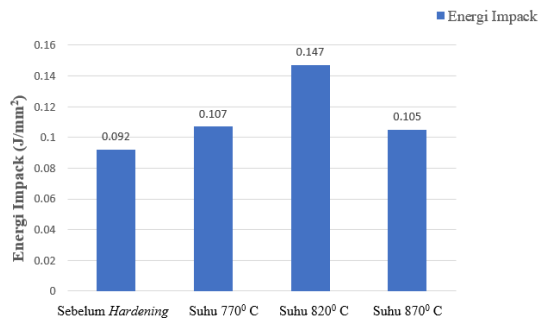
Secara umum pelakuan panas *hardening* menaikkan nilai kekerasan baja VCN 150, terutama pada temperatur austenitisasi 820 dan 870°C seperti yang terlihat pada Tabel 2 dan grafik pada Gambar 4. Fenomena ini sejalan dengan penelitian yang dilaporkan oleh peneliti lain untuk roda *crane* (Hardi, 2014).

Peningkatan nilai kekerasan mencapai 67%, terutama pada temperatur austenitisasi 870°C bila dibandingkan kondisi awal atau tanpa perlakuan. Atau naik dari 30 HRC menjadi 50 HRC. Peningkatan kekerasan secara teoritis akan menaikkan daya tahan aus VCN150, karena ada korelasi antara kekerasan dengan daya tahan aus (Chen et al., 2017).

Namun dilain hal ditemukan adanya penurunan nilai kekerasan pada temperatur austenitisasi 770°C menjadi 27 HRC atau turun 10% dibandingkan kondisi awal VCN 150. Terjadinya penurunan nilai kekerasan dibanding dengan kondisi awal diyakini karena temperturnya yang lebih rendah (770°C) mendekati garis temperatur kritis A1, sehingga menyebabkan tidak semua struktur berubah menjadi austenite pada saat pemanasan. Pada saat di-*quenching* berdampak tidak terbentuk martensite sepenuhnya tetapi masih ada ferrite. Ferrit cenderung lebih lunak.

Akan tetapi bila temperatur austenitisasi lebih tinggi (berkisar 820-870°C), maka semua struktur akan menjadi austenite dan semakin homogen, sehingga saat di-*quenching* juga akan terbentuk martensit yang lebih banyak dan homogen sehingga kekerasan mengalami peningkatan.

Análisis Kekuatan Impact



Gambar 5 Grafik Perbandingan Energi Impact (Rockwell) VCN 150 Pada Kondisi (i) Awal/Tanpa Perlakuan, Dan Hardening Pada T Masing-masing (ii) 770, (iii) 820 dan (iv) 870°C

Secara umum pelakuan panas *hardening* menaikkan energi *impact* baja VCN 150, seperti yang terlihat pada Tabel 3 dan grafik pada Gambar 5.

Peningkatan energi *impact* yang terjadi dikarenakan adanya perubahan strukturmikro yang terdapat dalam material baja VCN. Bila dibandingkan dengan kondisi awal (tanpa perlakuan), besarnya kenaikan energi *impact* mencapai 60%. Energi *impact* yang diperoleh berkisar 0,105 J/mm² - 0,147 J/mm², dimana nilai tertinggi sebesar 0,147 J/mm² diperoleh pada temperatur austenitisasi 820^o C. Pada temperatur ini diyakini sudah terjadi transformasi fasa ke austenit namun belum homogen. Hal ini dibahas pada bagian analisis strukturmikro

Análisis Stukturmikro

Dari Gambar 3 (i) terlihat strukturmikro VCN 150 tanpa *hardening* (kondisi awal) dominan memiliki struktur Ferrit. Struktur Ferite mempunyai sifat lunak. Hal ini yang menyebabkan nilai kekerasannya rendah, begitu juga energi *impact* nya.

Semakin tinggi temperatur austenitisasi, maka austenit yang terbentuk semakin banyak dan homogen, sehingga pada saat di *quenching* akan terbentuk pula martensite yang lebih banyak dan homogen. Bagian yang tidak homogen dapat berupa ferrit dan cimentit atau perlit. Perlite yang merupakan lamelar yang terdiri dari campuran Ferite-Cimentit yang cukup keras dan tangguh.

Dari Gambar 3(ii) strukturmikro sampel VCN 150 yang telah di *hardening* pada temperatur 770^o C terlihat struktur dominan masih Ferite dan bahkan bertambah banyak, malah martensite tidak kelihatan. Hal inilah

yang menyebabkan turunnya nilai kekerasan menjadi 27 HRC. Diduga pada saat pemanasan pada temperatur 770^o C belum terbentuk austenite, sehingga saat pendinginan (*quenching*) martensite tidak terbentuk, malah Ferite yang bertambah banyak.

Dari Gambar 3(iii) terlihat bahwa pada temperatur austenitisasi 820^oC diyakini austenit yang terbentuk semakin banyak namun belum sepenuhnya homogen. Saat di *quenching* strukturnya tidak sepenuhnya martensit namun masih terlihat adanya perlit yang ulet. Oleh karena itu kekerasannya tetap mengalami kenaikan, akan tetapi energi *impact* nya paling tinggi dibanding yang lain.

Sementara itu pada Gambar 3 (iv) terlihat pada temperatur austenitisasi 870^oC martensit yang terbentuk lebih banyak dan lebih homogen. Hal ini karena semakin tinggi temperaturnya menyebabkan saat pemanasan akan terjadi transformasi austenit lebih homogen sehingga strukturnya paling keras dibanding yang lain, namun energi impaknya kembali mengalami penurunan karena ketangguhannya berkurang.

4. KESIMPULAN

Proses *hardening* mampu meningkatkan nilai *hardness* dan energi *impact* pada baja VCN 150. Peningkatan nilai kekerasan berkorelasi dengan peningkatan daya tahan aus sehingga potensial untuk material *shaft* pada *roll motor conveyor*. Bila dibandingkan kondisi tanpa perlakuan, peningkatan nilai kekerasan mencapai 67% terutama pada temperatur austenitisasi 870^oC, sedangkan energi *impact* yang tertinggi naik mencapai 60% pada temperatur austenitisasi 820^oC

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, E. (18 C.E.). Tests for Rockwell hardness and Rockwell superficial hardness of metallic materials. *ASTM Annual Book of Standards, Part, 10*.
- Chen, H., Zhao, D., Wang, Q., Qiang, Y., & Qi, J. (2017). Effects of impact energy on the wear resistance and work hardening mechanism of medium manganese austenitic steel. *Friction*, 5(4), 447–454.
- E2248-18, A. (2018). Standard Test Method for Impact Testing of Miniaturized

- Charpy V-Notch Specimens. *American Society for Testing and Materials*.
- Hardi, Y. (2014). *Studi Kasus Karakteristik Keausan Baja VCN 150 (AISI4340) Hasil Proses Pengerasan Untuk Roda Crane*. Fakultas Teknik Unika Atma Jaya.
- Mizhar, S., & Tampubolon, G. B. (2015). Analisa Kekerasa Dan Struktur Mikro Terhadap Variasi Temperatur Tempering Pada Baja Aisi 4140. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(2).
- Purnama, H., Dewi, D. K., & Azka, M. (2016). Analisis Transien Untuk Memprediksi Kedalaman Pengerasan Permukaan Pada Bagian Kritis Crankshaft Transient Analysis To Predict Deep Hardening At Critical Segment Of Crankshaft. *M.P.I.*, 10(2), 129–136.
- Savković, M., Dedić, M., Pavlović, G., Arsić, M., & Stamenić, Z. (2019). Analysis of the drive shaft fracture of the conveyor belt for transport of coal. *Tehnički Vjesnik*, 26(5), 1333–1338.
- Treating, S. H. (2013). *ASM Handbook W*.