

PENGARUH MEDIA PENDINGIN OLI BEKAS PADA PROSES QUENCHING TERHADAP KEKERASAN LINGGIS BRONGSONG

Gandi Hanggara¹⁾, Fenoria Putri^{1)*}, Indra Gunawan¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya,
Jln.Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139

*email korespondensi: putripolsri@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Received:
02/09/2022

Accepted:
20/10/2022

Online-Published:
25/10/2022

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh proses quenching yang menggunakan oli bekas sebagai media pendinginnya dengan variasi temperatur suhu 750°C, 850°C, dan 900°C dengan holding time 30 dan 40 menit terhadap kekerasan mata linggis brongsong yang sering mengalami ketumpulan. Bahan utama yang digunakan oleh masyarakat desa sukadana dalam pembuatan linggis brongsong ini yaitu pipa carbon steel ASTM A106 grade B. Pipa ini termasuk baja karbon sedang karena memiliki unsur karbon 0.30%. Setelah dilakukan proses heat treatment spesimen linggis brongsong dilakukan pengujian kekerasan menggunakan alat uji kekerasan rockwell. Hasil dari pengujian kekerasan di analisa menggunakan perhitungan ANOVA. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa spesimen linggis brongsong mengalami peningkatan kekerasan, dengan nilai kekerasan tertinggi sebesar 52,6 HRC yang diperoleh dari proses quenching menggunakan oli bekas sebagai media pendingin dan dengan holding time 40 menit pada temperatur suhu 850°C, sementara nilai kekerasan terendah didapatkan dari hasil proses quenching menggunakan media pendingin oli bekas dengan holding time 30 menit pada temperatur suhu 750°C sebesar 38,8 HRC. Sehingga dapat diketahui bahwa nilai kekerasan yang paling tinggi didapatkan dari hasil proses quenching menggunakan media pendingin oli bekas dengan holding time 40 menit pada temperatur suhu 850°C.

Kata Kunci : Heat Treatment, Quenching, Pipa Carbon Steel ASTM A106 Grade B, Pengujian Kekerasan Metode Rockwell, ANOVA.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of the quenching process that uses used oil as a cooling medium with temperature variations of 750°C, 850°C, and 900°C with a holding time of 30 and 40 minutes to the hardness of the eye of the brongsong crowbar which is often subjected to dullness. The main material used by the people of Sukadana village in making this brongsong crowbar is pipa carbon steel ASTM A106 grade B. This pipe belongs to medium carbon steel because it has a carbon element of 0.30%. After the heat treatment process of the brongsong crowbar specimen, hardness testing was carried out using a rockwell hardness test tool. The results of the hardness test were analyzed using ANOVA calculations. From the results of this study, it was found that the brongsong crowbar specimen experienced an increase in hardness, with the highest hardness value of 52.6 HRC obtained from the quenching process using used oil as a cooling medium and with a holding time of 40 minutes at a temperature of 850°C, while the lowest hardness value is obtained from the results of the quenching process using used oil cooling media with a holding time of 30 minutes at a temperature of 750°C of 38.8 HRC. So that it can be known that the highest hardness value is obtained from the results of the quenching process using used oil cooling media with a holding time of 40 minutes at a temperature of 850°C.

Keywords: Heat Treatment, Quenching, ASTM A106 Grade B Carbon Steel Pipe, Rockwell Method Hardness Testing, ANOVA.

1. PENDAHULUAN

Dengan berkembangnya zaman yang semakin maju, masyarakat pedesaan berinisiatif untuk membuat peralatan-peralatan terbaru yang dapat memudahkan pekerjaan mereka yang ada di desa, salah satunya di Desa Sukadana, Kecamatan Sungai Rotan, Kabupaten Muara Enim yang membuat suatu alat penggali tanah manual yaitu Linggis Brongsong atau sering juga disebut Temilang Brongsong. Linggis Brongsong ini adalah salah satu peralatan manual yang dipergunakan oleh masyarakat desa sukadana untuk suatu pekerjaan penggalian tanah seperti penggalian sumur, penanaman bibit pohon karet, penanaman bibit sayur-sayuran dan lain sebagainya. Linggis brongsong ini hampir sama seperti cangkul karena sama-sama digunakan untuk pekerjaan penggalian tanah, tetapi yang membedakannya adalah linggis brongsong ini mempunyai keunggulan yaitu dapat menggali tanah dengan lubang yang diameternya kecil sehingga mempermudah penanaman seperti penanaman bibit pohon karet dan bibit sayur-sayuran yang menggunakan *polybag* (kantong plastik tanaman) dan perkebunan tanaman lainnya yang merupakan sumber ekonomi di Desa Sukadana, Kecamatan Sungai Rotan, Kabupaten Muara Enim ini.

Proses pembuatan linggis brongsong ini dilakukan dengan cara ditempa (*forging*) secara manual dan hanya tergantung pada kekuatan dari suatu material yang digunakan, akan tetapi seiring berkembangnya zaman terciptalah inovasi-inovasi yang dilakukan masyarakat untuk meningkatkan kekuatan dari material tersebut dengan cara meningkatkan kekerasannya seperti melakukan proses perlakuan panas. Proses *heat treatment* (perlakuan panas) yaitu proses yang memodifikasi sifat-sifat logam dengan merubah struktur mikronya melalui penyesuaian laju pemanasan dan pendinginan, dengan atau tanpa mengubah komposisi kimia logam yang terlibat. Tujuan dari perlakuan panas adalah untuk menghasilkan sifat logam yang diinginkan. Perubahan sifat logam akibat perlakuan panas dapat meliputi semua bagian logam atau beberapa logam (Zamroji, 2018).

Pada penelitian ini proses *heat treatment* yang dilakukan menggunakan metode *quenching*. *Quenching* merupakan suatu upaya untuk mendinginkan baja dengan cepat setelah diberi perlakuan panas. Selama proses *quenching*, adanya percepatan pendinginan dari suhu perlakuan akhir dan mengubah austenit menjadi ferrit dan martensit untuk menciptakan kekuatan dan kekerasan yang tinggi. Kekerasan maksimum yang dapat dicapai baja yang di *quenching* hampir seluruhnya ditetapkan oleh konsentrasi karbon dan laju pendinginan yang setara atau di atas laju pendinginan kritis untuk paduan (Sundari dkk dalam Totten.GE, 2018).

Bahan utama yang digunakan oleh masyarakat Desa Sukadana dalam pembuatan linggis brongsong ini yaitu menggunakan Pipa *Carbon Steel* ASTM A106 Grade B. Pipa *Carbon Steel* ASTM A106 Grade B adalah pipa baja dengan unsur karbon 0.30% dimana pipa ini termasuk dari pipa baja karbon sedang (Octal, 2012). Baja karbon sedang mempunyai kandungan karbon 0,3% hingga 0,7%. Baja karbon ini lebih keras dan lebih kuat daripada baja karbon rendah. Sifat baja ini yaitu bisa dikeraskan, di *tempering*, di las, dikerjakan pada mesin dengan baik dan kegunaannya hampir mirip dengan baja karbon rendah (Apriatun dkk, 2021).

Baja merupakan paduan logam antara besi (Fe) dan karbon (C), di mana besi adalah elemen dasar dan karbon adalah elemen paduan utama. Kandungan karbon baja bervariasi dari 0,1% sampai 1,7% tergantung pada kadarnya. Selama pembuatan baja, terdapat unsur-unsur selain karbon yang ada dalam baja, seperti *manganese* (Mn), *silicone* (Si), *chromium* (Cr), *vanadium* (V) dan lain-lain. Menurut komposisi sebenarnya, baja mencakup beberapa jenis, yaitu baja karbon dan baja paduan (Jordi dkk, 2017). Baja karbon mempunyai 3 tingkatan yaitu baja karbon rendah yang memiliki kandungan karbon kurang dari 0,3%, baja karbon sedang yang memiliki kandungan karbon antara 0,3% sampai 0,7%, dan baja karbon tinggi yang memiliki kandungan karbon antara 0,7% hingga 1,7% (Apriatun dkk, 2021). Sedangkan baja paduan bisa diartikan sebagai baja yang dicampur dengan satu atau lebih unsur campuran seperti nikel, kromium, molibdenum, vanadium, mangan dan *wolfram*, untuk mendapatkan sifat baja yang diinginkan (keras, kuat dan ulet), tetapi unsur karbon tidak dianggap sebagai unsur campuran. Baja paduan dapat diklasifikasikan menjadi baja dengan kekuatan tarik yang tinggi, tahan korosi dan tahan panas (Yunus dkk, 2016).

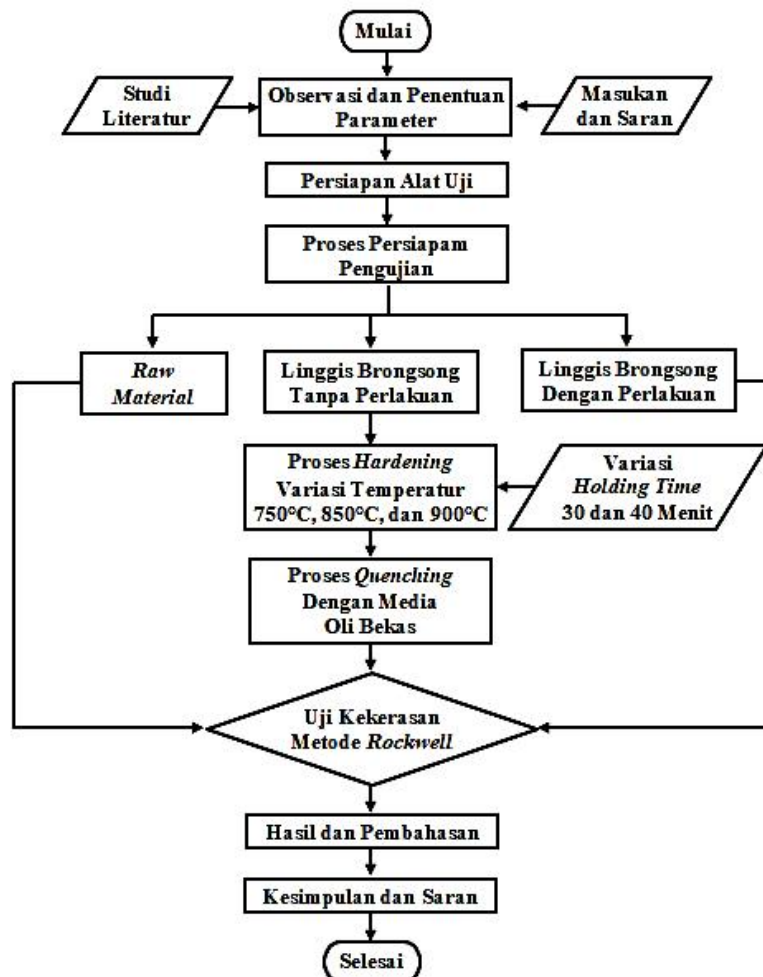
Dengan adanya linggis brongsong ini sehingga mempermudah pekerjaan masyarakat desa sukadana pada saat melakukan proses penanaman bibit ataupun pembuatan sumur. Bukan hanya itu saja, linggis brongsong ini juga dipergunakan oleh perusahaan industri yang bergerak dibidang perkebunan sawit, perusahaan industri tersebut bernama PT. Cahya Vidi Abadi yang berlokasi di desa sukadana. PT. Cahya Vidi Abadi ini menggunakan linggis brongsong tersebut pada saat proses penanaman dan pemupukan bibit sawit, para pekerja diperusahaan tersebut juga sering menggunakan linggis brongsog ini sebagai peralatan dalam pembuatan parit atau selokan kecil yang ada di sekitar perumahan mereka. Tetapi terdapat salah satu kelemahan pada linggis brongsong tersebut yang membuat masyarakat pengguna merasa kurang puas dengan peralatan ini, yaitu ketika mata linggis brongsong ini sering terkena akar pohon yang ada didalam tanah sehingga mengakibatkan mata linggis brongsong tersebut mudah tumpul, hal inilah yang membuat masyarakat harus sering melakukan pengasahan atau penajaman pada mata linggis brongsong tersebut sehingga linggis brongsong ini cepat aus dan tidak tahan lama. Dengan adanya permasalahan tersebut sehingga memunculkan ide penulis untuk melakukan penelitian terhadap material dari linggis brongsong ini.

maka diharapkan dari proses penelitian ini bisa didapatkan penyebab dari permasalahan tersebut, agar nantinya penggunaan linggis brongsong ini tidak mudah tumpul pada saat sering terkena akar pohon sehingga alat ini tidak cepat aus dan bisa digunakan dalam jangka panjang atau tahan lama. Dengan demikian bisa memberikan kepuasan pada masyarakat pengguna terutama di Desa Sukadana dan sekitarnya.

Penelitian ini dilakukan dengan parameter yang bervariasi. Parameter yang digunakan yaitu variasi temperatur suhu 750°C, 850°C, dan 900°C, variasi *holding time* 30 dan 40 menit, dan menggunakan media pendingin oli bekas. Didalam pelumas bekas terdapat kandungan logam, logam ini berpotensi sangat berbahaya bagi makhluk hidup. Logam ini dihasilkan oleh bahan bakar dan keausan mesin. Pelumas bekas memiliki kandungan seperti konsentrasi tinggi yaitu timbal (Pb), seng (Zn), kalsium (Ca), barium (Ba), magnesium (Mg), dan konsentrasi rendah yaitu besi (Fe), natrium (Na), tembaga (Cu), Aluminium (Al), Kromium (Cr), Mangan (Mn), Kalium (K), Nikel (Ni), Timah (Sn), Silikon (Si), Boron (B) dan Molibdenum (Mo). Kandungan logam dalam oli pelumas ini meningkat seiring dengan masa pakai mesin dan kandungan tersebut bergantung pada jenis bahan bakar dan kondisi mekanis mesin (Supriyanto dkk, 2018).

2. BAHAN DAN METODA

Agar memperlancar penelitian yang dilakukan maka di buatlah bagan alur penelitian yaitu sebagai berikut.





Gambar 1. Diagram Alur Penelitian






2.1 Peralatan dan Bahan Penelitian

Pada saat melakukan penelitian ini dibutuhkan beberapa peralatan dan bahan yaitu:

Tabel 1. Peralatan yang Diperlukan

No	Nama Alat	Dokumentasi	Fungsi
1	Mistar Baja 30 cm		Alat ini yang digunakan untuk mengukur spesimen yang akan dilakukan proses <i>heat treatment</i> .
2	Amplas 100, 280, 500, 1000, dan 1200		Digunakan untuk menghaluskan permukaan pada spesimen yang akan dilakukan pengujian.
3	Gerinda Tangan		Alat ini berfungsi untuk memotong material menjadi spesimen.
4	Sarung Tangan		Digunakan sebagai pelindung tangan dari potensi bahaya ditempat kerja.
5	Tang Penjepit		Alat ini berfungsi untuk mengeluarkan spesimen yang berada dalam <i>furnace</i> ataupun dalam bak penampung.
6	Ragum		Alat ini berfungsi sebagaiudukan atau penahan spesimen yang akan dilakukan pengamplasan.
7	Bak atau Wadah Penampung		Alat yang digunakan sebagai wadah atau tempat spesimen yang akan dilakukan proses <i>quenching</i> dengan media pendingin yang telah ditentukan.
8	<i>Furnace Nabertherm L3/11/S27</i>		Alat yang digunakan untuk proses perlakuan panas terhadap spesimen uji.
9	<i>Rockwell Hardness Tester Model HR-150A</i>		Alat ini digunakan untuk mengukur nilai kekerasan pada material yang akan di uji.

Tabel 2. Bahan yang Diperlukan

No	Nama Bahan	Jumlah	Dokumentasi	Keterangan
1	Kawat besi	1 gulungan		Sebagai pengikat spesimen agar mudah diambil pada saat proses <i>heat treatment</i> .
2	Oli Bekas	10 Liter		Sebagai media pendingin pada proses <i>quenching</i> .
3	Pipa <i>Carbon Steel</i> ASTM A106 Grade B 2"xSCH40x6M	1 spesimen		Sebagai <i>raw material</i> atau bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan linggis brongsong di desa sukadana.
4	Linggis Brongsong yang Sudah Diberi Perlakuan	1 spesimen		Linggis brongsong hasil pembuatan dari masyarakat desa sukadana.
5	Linggis Brongsong Tanpa Perlakuan	18 spesimen dengan ukuran 50 x 20 x 4 mm		18 spesimen yang digunakan dalam proses <i>quenching</i> .

2.2 Proses Penelitian

Adapun proses yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

- Siapkan spesimen linggis brongsong



Gambar 2. Spesimen Linggis Brongsong

- Kemudian masukkan spesimen kedalam *furnace*, lalu atur temperatur suhu pemanas dengan variasi temperatur suhu 750°C, 850°C dan 900°C dengan waktu penahan (*holding time*) 30 dan 40 menit. Tunggu sampai mencapai suhu dan waktu yang telah ditentukan.



Gambar 3. Proses Memasukkan Spesimen kedalam *Furnace*

- c. Setelah selesai dilakukan pemanasan dengan temperatur suhu dan waktu penahan (*holding time*) yang telah ditentukan, lalu buka penutup *furnace* kemudian keluarkan spesimen yang berada di dalam *furnace* menggunakan tang penjepit.



Gambar 4. Proses Pengeluaran Spesimen dari Dalam *Furnace*

- d. Kemudian letakkan spesimen ke dalam wadah penampung yang telah diisi oli bekas dan setelah itu tunggu sampai spesimen sudah dalam keadaan dingin.



Gambar 5. Proses *Quenching*

- e. Spesimen hasil dari proses *hardening-quenching*.



Gambar 6. Spesimen yang Telah diproses *Hardening-Quenching*

- f. Setelah itu, spesimen dilakukan uji kekerasan menggunakan *Rockwell Hardness Tester Model HR-150A*.



Gambar 7. Proses Uji Kekerasan

- g. Kemudian catat data hasil pengujian kekerasan yang telah dilakukan. Pengujian dilakukan sebanyak 20 spesimen termasuk spesimen *raw material* dan spesimen linggis brongsong yang telah dilakukan penyepuhan oleh masyarakat desa sukadana. Data hasil pengujian yang telah dilakukan nantinya akan dianalisa sehingga didapatkan hasil akhir berupa kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengujian

Tabel 3. Uji Kekerasan Tanpa Proses *Quenching*

Uji Kekerasan Tanpa Perlakuan			
Spesimen	Indentor	P (Kg)	HRC _{Rata-rata}
Pipa <i>Carbon Steel</i> ASTM A106 Grade B Tanpa Perlakuan	Kerucut Intan 120 ⁰	150	28,1
Linggis Brongsong yang Telah Dilakukan penyepuhan Oleh Masyarakat Desa Sukadana	Kerucut Intan 120 ⁰	150	31,9

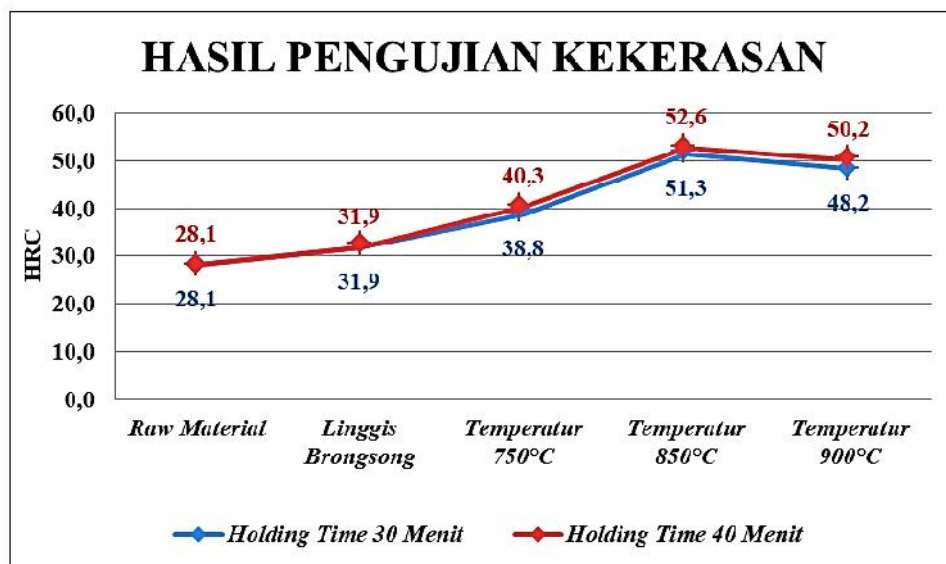
Tabel 4. Uji Kekerasan Setelah Proses *Quenching*

Uji Kekerasan Dengan Proses <i>Hardening Media Quenching Oli Bekas</i>			
Spesimen	Indentor	P (Kg)	HRC _{Rata-rata}
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 750°C <i>Holding Time</i> 30 Menit Spesimen I	Kerucut Intan 120 ⁰	150	38,7
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 750°C <i>Holding Time</i> 30 Menit Spesimen II	Kerucut Intan 120 ⁰	150	39
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 750°C <i>Holding Time</i> 30 Menit Spesimen III	Kerucut Intan 120 ⁰	150	38,7
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 850°C <i>Holding Time</i> 30 Menit Spesimen I	Kerucut Intan 120 ⁰	150	51,3
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 850°C <i>Holding Time</i> 30 Menit Spesimen II	Kerucut Intan 120 ⁰	150	51,6
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 850°C <i>Holding Time</i> 30 Menit Spesimen III	Kerucut Intan 120 ⁰	150	51,2
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 900°C <i>Holding Time</i> 30 Menit Spesimen I	Kerucut Intan 120 ⁰	150	47,9
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 900°C <i>Holding Time</i> 30 Menit Spesimen II	Kerucut Intan 120 ⁰	150	48,3
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 900°C <i>Holding Time</i> 30 Menit Spesimen III	Kerucut Intan 120 ⁰	150	48,5

Uji Kekerasan Dengan Proses <i>Hardening</i> Media <i>Quenching</i> Oli Bekas			
Spesimen	Indentor	P (Kg)	HRC _{Rata-rata}
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 750°C <i>Holding Time</i> 40 Menit Spesimen I	Kerucut Intan 120 ⁰	150	39,9
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 750°C <i>Holding Time</i> 40 Menit Spesimen II	Kerucut Intan 120 ⁰	150	40,4
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 750°C <i>Holding Time</i> 40 Menit Spesimen III	Kerucut Intan 120 ⁰	150	40,7
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 850°C <i>Holding Time</i> 40 Menit Spesimen I	Kerucut Intan 120 ⁰	150	52,8
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 850°C <i>Holding Time</i> 40 Menit Spesimen II	Kerucut Intan 120 ⁰	150	52,5
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 850°C <i>Holding Time</i> 40 Menit Spesimen III	Kerucut Intan 120 ⁰	150	52,7
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 900°C <i>Holding Time</i> 40 Menit Spesimen I	Kerucut Intan 120 ⁰	150	50,6
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 900°C <i>Holding Time</i> 40 Menit Spesimen II	Kerucut Intan 120 ⁰	150	50,3
Linggis Brongsong Temperatur Suhu 900°C <i>Holding Time</i> 40 Menit Spesimen III	Kerucut Intan 120 ⁰	150	49,7

3.2 Grafik Uji Kekerasan

Setelah melakukan pengujian kekerasan, maka didapatkan hasil dari uji kekerasan yang bisa dilihat pada tabel 4 diatas. Berdasarkan tabel data uji kekerasan tersebut maka dibuatlah grafik perbandingan, agar hasil pengujian kekerasan yang telah dilakukan mudah dipahami.



Gambar 8. Grafik Hasil uji Kekerasan

Pada grafik hasil uji kekerasan diatas diketahui bahwa kekerasan spesimen meningkat setelah dilakukan proses *heat treatment*. Perbedaan temperatur suhu dan *holding time* memiliki pengaruh terhadap kekerasan pada masing-masing spesimen. Pada suhu 750 C nilai kekerasan tertinggi yaitu 40,3 HRC yang

dihasilkan dari proses *quenching* menggunakan oli bekas sebagai media pendinginnya dengan *holding time* 40 menit, sementara nilai kekerasan terendah sebesar 38,8 HRC yang dihasilkan dari oli bekas sebagai media pendinginnya pada *holding time* 30 menit. Untuk suhu 850 C nilai kekerasan tertinggi yaitu 52,6 HRC yang dihasilkan dari proses *quenching* menggunakan oli bekas dengan *holding time* 40 menit, dan nilai kekerasan terendah yaitu 51,3 HRC yang dihasilkan dari oli bekas dengan *holding time* 30 menit. Sedangkan Pada suhu 900 C nilai kekerasan tertinggi sebesar 50,2 HRC yang dihasilkan dari proses *quenching* menggunakan oli bekas sebagai media pendinginnya dengan *holding time* 40 menit, sementara nilai kekerasan terendah yaitu 48,2 HRC yang dihasilkan dari oli bekas dengan *holding time* 30 menit.

Hasil uji kekerasan diatas menunjukkan adanya perbedaan peningkatan kekerasan dari masing-masing spesimen. Namun hasil uji kekerasan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa media pendingin oli bekas dengan *holding time* 40 menit lebih berpengaruh daripada media pendingin oli bekas dengan *holding time* 30 menit terhadap kekerasan spesimen uji.

3.3 Analisa Data Hasil Pengujian Kekerasan

Tabel 5. ANOVA dengan *Holding Time* 30 Menit

ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Partial Sum of squares - Type II]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	significant
Model	256.73	2	128.36	2310.54	< 0.0001	
A- Holding Time 30 Menit	256.73	2	128.36	2310.54	< 0.0001	
Pure Error	0.3333	6	0.0556			
Cor Total	257.06	8				

Tabel 6. ANOVA dengan *Holding Time* 40 Menit

ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Partial Sum of squares - Type II]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	significant
Model	255.55	2	127.77	966.35	< 0.0001	
B- Holding Time 40 Menit	255.55	2	127.77	966.35	< 0.0001	
Pure Error	0.7933	6	0.1322			
Cor Total	256.34	8				

Setelah data hasil pengujian diolah dengan ANOVA satu arah (*one way anova*), diketahui bahwa $F_{\text{HITUNG}} > F_{\text{TABEL}}$, sehingga didapatkan kesimpulan bahwa faktor media pendingin oli bekas dengan variasi temperatur suhu dan *holding time* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kekerasan pada spesimen linggis brongsong yaitu dengan nilai *p-value* sebesar 0.0001 (0.01%) kurang dari nilai signifikan 0.05 (5%) sehingga hipotesis H_0 ditolak dan H_1 diterima.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diketahui bahwa penyebab mata linggis brongsong sering mengalami ketumpulan yang mengakibatkan mata linggis brongsong cepat aus yaitu dikarenakan proses *heat treatment* yang dilakukan oleh masyarakat desa sukadana belum sempurna karena tidak adanya parameter yang digunakan.
2. Dari hasil uji kekerasan yang telah dilakukan, dapat diketahui adanya peningkatan kekerasan pada spesimen uji linggis brongsong. Sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi temperatur suhu dan *holding time* yang memiliki kekerasan yang paling tinggi yaitu dengan nilai kekerasan 52,6 HRC yang diperoleh dari proses *quenching* menggunakan oli bekas sebagai media pendinginnya dengan *holding time* 40 menit pada temperatur suhu 850°C.
3. Dari hasil analisis varians yang telah dilakukan diketahui bahwa media pendingin oli bekas dengan variasi temperatur suhu 750°C, 850°C, dan 900°C dengan *holding time* 30 dan 40 menit memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kekerasan pada spesimen linggis brongsong.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriatun, Taufikurrahman, dan Sundari, E. 2021. "Analisa Pengaruh Variasi Waktu Penahanan Pada Proses Pack Carburizing Terhadap Kekerasan Baja Karbon Rendah ST 37". Machinery Jurnal Teknologi Terapan Vol.2, No.1. Palembang.
- Jordi, M., Yudo, H., dan Jokosisworo, S. 2017. "Analisa Pengaruh Proses Quenching Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja ST 36 Dengan Pengelasan SMAW". Jurnal Teknik Perkapalan Vol.5, No.1. Semarang.
- Octal. 2012. "ASTM A106 Grade B Pipe Specification". <https://www.octalsteel.com/astm-a106-grade-b-pipe>. (diakses dan diunduh pada 14 Januari 2022).
- Sundari, E., Taufikurrahman, dan Fahlevi, R. 2018. "Analisa Pengaruh Pack Carburizing Terhadap Sifat Mekanis Sprocket Imitasi Sepeda Motor Menggunakan Arang Kayu Gelam dan Serbuk Cangkang Remis Sebagai Katalisator". Jurnal Austenit Vol.10, No.2. Palembang.
- Supriyanto, A., Alimuddin, dan Bohari. 2018. "Analisis Logam Fe, Cu, Pb, Dan Zn Dalam Minyak Pelumas Baru dan Bekas Menggunakan X-Ray Fluorescence". Jurnal Atomik Vol.03 (1) hal 13-17. Samarinda
- Yunus, M., Najamudin, dan Kurniadi. 2016. "Pengaruh Perlakuan Quenching-Tempering Terhadap Kekuatan Impak Pada Baja Karbon Sedang". Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung Vol.2 No.1 Hal.1-66. Bandar Lampung.
- Zamroji, M. 2018. "Analisa Pengaruh Heat Treatment (Hardening) Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Besi Cor Nodular (FCD 60)". Skripsi Universitas Pamulang Tangerang Selatan-Banten.