

OPTIMALISASI KETANGGUHAN POROS AS0052 PROBOLT DENGAN VARIASI PERLAKUAN PANAS

Andika Tirta Aji¹, A. Noor Setyo Hadi Darmo², Xander Salahudin³,

Jurusan Teknik Mesin S1, Fakultas Teknik Universitas Tidar, Magelang, Jawa Tengah, Indonesia

Email : Andikatirtaaji123@gmail.com, Noorsetyo@gmail.com, Xandersalahudin@gmail.com

ABSTRAK

Poros roda merupakan komponen stasioner yang memiliki penampang lingkaran dimana terpasang elemen lainnya dan berfungsi untuk mendukung sesuatu beban dengan atau tanpa meneruskan daya. Suku cadang yang beredar di masyarakat banyak yang dimanipulasi sehingga bukan keluaran dari agen resmi. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh variasi perlakuan panas terhadap kemampuan poros dalam menerima beban kejut dan pengaruhnya pada nilai kekerasan suku cadang poros tidak resmi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen kuantitatif dimana variabel bebas yang digunakan adalah temperatur pemanasan 670°C, 790°C, dan 900°C dengan waktu penahanan 60 menit. Data penelitian menunjukkan nilai kekerasan spesimen tanpa perlakuan panas 129,12 VHN dan tertinggi pada suhu 790°C yaitu 242,44 VHN. Selanjutnya, nilai dampak terendah adalah spesimen dengan suhu pemanasan 670°C yaitu 1,10 J/mm² dan tertinggi pada suhu 900°C yaitu 2,14 J/mm². Kandungan karbon pada spesimen tanpa perlakuan panas adalah 0,50% dan spesimen 900°C adalah 0,51%.

Kata kunci : Poros, Vickers, Impact, Komposisi kimia, anil.

ABSTRACT

Axle wheel is a stationary component that has a circular cross-section where other elements are attached and functions to support a load with or without transmitting power. Many of the spare parts in the market are manipulated which shows they are not the output of official agents. Based on this research it will be known the effect of heat treatment variations for the ability of axle to receive shock loads and its effect on the hardness value of unofficial axle parts. The research used a quantitative experimental method where the independent variables are heating temperatures of 670°C, 790°C, and 900°C with a holding time of 60 minutes. The research data showed that the hardness value of the specimen without heat treatment was 129,12 VHN and the highest at 790°C was 242,44 VHN. Furthermore, the lowest impact value was the specimen with heat temperature of 670°C at 1,10 J/mm² and the highest at 900°C at 2,14 J/mm². The carbon content of the non-heat treatment specimen is 0,50% and specimen with heat temperature of 900°C is 0,51%.

Keyword: Axle, Vickers, Impact, Chemical composition, Heat Treatment.

PENDAHULUAN

Komponen-komponen otomotif didesain dan diproduksi sedemikian rupa untuk menunjang prinsip kerja mesin dan fungsinya yaitu konversi energi. Sejalan dengan hal tersebut, konversi energi erat kaitanya dengan transmisi daya dimana energi tersebut akan digunakan di kendaraan bermotor. Salah satu komponen transmisi daya kendaraan bermotor adalah poros roda. Poros roda merupakan komponen stasioner yang berputar, memiliki penampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi, engkol, puli, *sprocket*, *flywheel*, dan elemen pemindah lainnya. Material poros roda termasuk dalam golongan baja karbon rendah. [1].

Poros dapat mengalami tegangan, kompresi, tekukan, puntiran, atau kombinasi dari gaya-gaya ini yang bekerja sendiri atau dalam kombinasi. Banyak barang industri yang beredar di pasaran dimanipulasi antara produk asli dan produk imitasi, dengan produk imitasi dipasarkan dengan harga lebih murah dengan kualitas yang jauh dari standar poros asli guna meningkatkan permintaan masyarakat terhadap produk tersebut. [2].

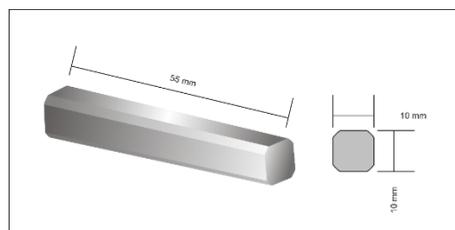
Berdasarkan uraian belum diketahui bagaimana perbandingan nilai ketangguhan dimana sifat tangguh ini juga penting mengacu pada fungsi poros sendiri dengan perlakuan panas yang sesuai beserta parameter yang tepat. Penelitian yang akan dilakukan kali ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan sifat fisis dan mekanis dari poros roda depan yang sudah beredar di masyarakat dengan dan tanpa perlakuan panas. Poros sendiri tidak hanya membutuhkan sifat keras saja, akan tetapi poros membutuhkan sifat ulet (*ductile*) di bagian diameter dalam dan keras di bagian sisi luar. Dengan penelitian ini nantinya akan diketahui bagaimana pengaruh variasi perlakuan panas terhadap kemampuan poros dalam menerima beban kejut (*impak*) serta bagaimana pengaruhnya pada kekerasan poros itu sendiri. Sementara itu, tujuan penelitian ini juga untuk mengetahui pengaruh proses perlakuan panas terhadap

sifat fisis poros, apakah nantinya akan mengalami kenaikan ataupun penurunan pada unsur - unsur pembentuk material poros tersebut dengan melakukan pengujian komposisi kimia. [3].

METODE

Benda uji harus dipersiapkan sedemikian rupa sehingga dapat dilakukan penelitian dengan cara sebagai berikut:

1. Potong masing – masing poros menggunakan mesin *cutting* atau gergaji dengan dimensi panjang 57 mm.
2. Ratakan permukaan spesimen uji dengan membubut rata muka kedua sisi poros dengan dimensi 55 mm.
3. Spesimen uji dibentuk persegi panjang sisi 10 mm menggunakan mesin frais.
4. Pembentukan spesimen uji menjadi persegi akan menyisakan radius di setiap sisi tajamnya dikarenakan diameter poros yaitu 12 mm seperti terlihat pada gambar 1 berikut.



GAMBAR 1 PERSIAPAN SPESIMEN UJI

1. Persiapan Proses Perlakuan Panas

Tahapan proses *annealing* adalah sebagai berikut:

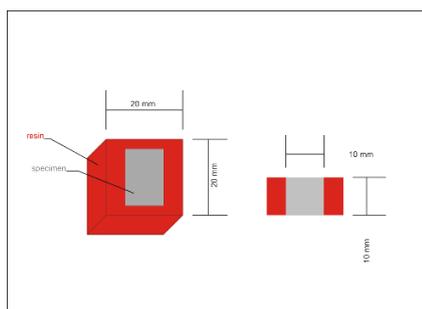
1. Benda kerja dimasukkan kedalam kotak baja yang telah diisi terak atau pasir.
2. Panaskan tiga spesimen uji masing masing menggunakan suhu 670°C, 790°C, dan 900°C dengan *holding time* 60 menit.
3. Setelah memenuhi waktu pemanasan, kotak baja dikeluarkan dari tungku pemanas.
4. Benda kerja didinginkan secara perlahan-lahan.
5. Proses pendinginan dapat dilakukan dengan cara benda kerja dikeluarkan dari tungku pemanas kemudian

dibiarkan dingin dengan udara ataupun dibiarkan di dalam tungku pemanas dengan posisi tungku sudah dimatikan.

2. Persiapan Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dari spesimen dilakukan supaya diketahui kandungan material penyusun dari masing – masing spesimen dengan persiapan sebagai berikut:

1. Siapkan Spektrometer dan spesimen uji yaitu poros AS0052, dan poros AS0052 yang telah dilakukan proses *annealing*.
2. Pengujian komposisi kimia mempunyai syarat minimal dari dimensi spesimen yaitu panjang 20 mm dan lebar 20 mm. Maka dari itu spesimen yang ada harus dipersiapkan kembali dengan kombinasi resin untuk memenuhi syarat minimal pengujian seperti yang dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



GAMBAR 2 SPESIMEN DENGAN KOMBINASI RESIN (SUMBER PRIBADI)

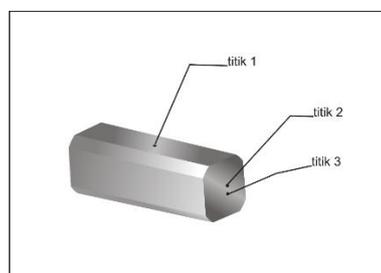
3. Masukkan spesimen uji ke dalam mesin spektro, dimana di dalamnya terjadi pembakaran spesimen yang menghasilkan sinar spektrum yang ditembakkan pada logam uji.
4. Hasil pengujian akan muncul di layar monitor.

3. Persiapan Pengujian Kekerasan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan *hardness value* poros imitasi sebelum dan sesudah *heat treatment* serta poros orisinil dengan persiapan sebagai berikut:

1. Aktifkan power (*Main Power* di belakang unit).
2. Hidupkan *Sub Power* (terletak di bagian belakang unit).

3. Gunakan *load* 150 kg untuk uji *Vickers* dengan memilih nilai yang diperlukan menggunakan pemilih bobot.
4. Tekan tombol *Dwell Time* dan atur waktunya menjadi 15 detik untuk menetapkan *Dwell Time* (durasi pemantauan beban indenter pada bahan uji).
5. Sesuaikan pencahayaan untuk menciptakan lingkungan yang ideal.
6. Letakkan bahan uji di *Anvil*.
7. Putar *Elevation Handle* untuk fokus (dengan lensa 50x) atau untuk menentukan titik target (dengan lensa 100x) menggunakan Panggung X_Y.
8. Setelah memfokuskan, tarik garis *Measuring Microscope* ke atas, lalu tekan *reset* atau *clear*.
9. Pilih *Start*, dan *Turret* akan berputar secara otomatis ke posisi indenter sebelum *loading*, *hold*, dan memutar kembali ke posisi lensa.
10. Gunakan *Measuring Microscope* untuk menentukan *d1* dan *d2*.
11. OK atau NG akan ditampilkan sebagai nilai *Hardness*.
12. Putar lensa pembesar untuk mengukur panjang lekukan diagonal.
13. Lakukan ujian sebanyak tiga kali, setiap kali di tempat yang berbeda.
14. Gunakan persamaan untuk menghitung kekerasan di setiap lokasi, lalu ambil rata-ratanya.
15. Beberapa titik identasi yang diuji yaitu titik diameter dalam poros dan sisi luar poros seperti terlihat pada gambar 3 berikut.



GAMBAR 3 TITIK IDENTASI PENGUJIAN KEKERASAN (SUMBER PRIBADI)

4. Persiapan Pengujian *Impact*

Uji *impact* digunakan untuk mengetahui kegetasan atau keuletan suatu material dengan pembebanan secara tiba-tiba pada spesimen dengan langkah pengujian sebagai berikut:

1. Ukur benda kerja lalu catat ukuran dan jenis bahan bahannya.
2. Buat takik pada benda kerja tepat pada bagian tengah dengan ukuran yang sudah ditetapkan.
3. Ukur panjang, diameter dan kedalaman takiknya.
4. Bukalah “*the safety lock key*”.
5. Bukalah “*triggers*”.
6. Rentangkan “*the outer tup*” dan “*the inner tup*”.
7. Pasanglah benda kerja pada “*the V notch*”.
8. Aturlah jarum *dial* pada angka nol.
9. Tarik “*the spring loaded pin*” sambil menghentakkan pada knop pelepas pada “*triggers*”, sampai “*outer tup*” dan “*inner tup*” berayun.
10. Bacalah pada *dial*, besar energi yang diserap oleh batang uji (satuan dalam Kg m).

S	0,011
P	0,020
Mn	0,842
Ni	0,013
Cr	0,124
Mo	0,000
Cu	0,018
W	0,000
Ti	0,006
V	0,000
Al	0,003
Nb	0,009
Ca	0,000
Zn	0,000
Fe	98,290

Dapat dilihat pada tabel 1 komposisi kimia dari poros orisinil mengandung karbon 0,456% sehingga dikategorikan sebagai baja S45C. Unsur yang lain yaitu *Ferrum* (besi) lebih tinggi dari pada poros AS0052 sebesar 98,290%. Hal ini membuktikan selisih massa pada kedua poros yaitu 100 gram karena kandungan besi pada poros orisinil lebih besar. Terdapat perbedaan pada unsur penyusun lain yang tidak terlalu signifikan dikarenakan kategori baja pada kedua poros berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Uji Komposisi kimia

Menggunakan Thermo ARL 3560 OES, komposisi kimia sampel dievaluasi. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk membandingkan komposisi kimia dari spesimen yang telah mengalami perlakuan panas dan yang tidak. Dimensi minimum spesimen untuk pengujian komposisi kimia adalah panjang 20 mm dan lebar 20 mm. Maka dari itu spesimen yang ada dipersiapkan kembali dengan kombinasi resin untuk memenuhi syarat minimal pengujian.

2. Proses perlakuan panas

Proses perlakuan panas dilakukan pada tiga spesimen berbeda yang nantinya masing masing memiliki variasi temperatur pemanasan 670°C, 790°C, 900°C dengan *holding time* 60 menit seperti terlihat pada gambar 1 berikut.

TABEL 1 KOMPOSISI KIMIA BAJA S45C

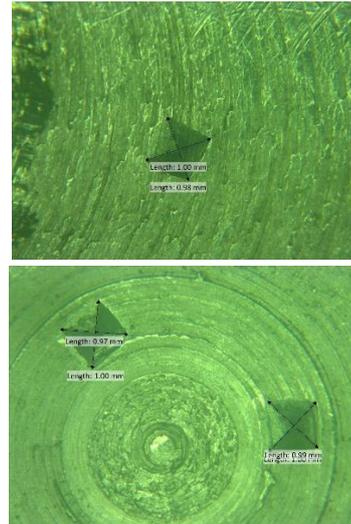
Unsur	(%)
C	0,456
Si	0,254



GAMBAR 1 PROSES PERLAKUAN PANAS (SUMBER PRIBADI)

3. Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

Pengujian kekerasan *vickers* dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri IST AKPRIND Yogyakarta. Pada pengujian kekerasan yang dilakukan, spesimen diberikan beban penekanan 128 kg dengan waktu indentasi 15 detik dengan indentor yang berbentuk piramida dan mempunyai sudut 136° . Pengujian dilakukan pada diameter dalam dan sisi luar spesimen sehingga didapatkan rata-rata nilai kekerasan pada masing – masing spesimen. Pengukuran hasil indentasi dilakukan menggunakan *software* Opti Lab. Salah satu hasil indentasi pada spesimen dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



GAMBAR 2 HASIL IDENTASI UJI KEKERASAN (SUMBER PRIBADI)

Nilai kekerasan *vickers* menurut *ASM Metals Handbook* vol.8 dinyatakan sesuai persamaan berikut.

$$VHN = \frac{2 P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2}$$

$$VHN = \frac{1,854 \times P}{(d)^2}$$

dengan catatan :

VHN : *Vickers Hardness Number* (kg/mm^2)

P : Beban yang diterapkan (kgf)

D : Panjang diagonal rata-rata (mm),

dengan $d_{\text{rata-rata}} = \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)$

Pengujian ini dilakukan pada 3 titik yang berbeda untuk setiap spesimen.

Contoh perhitungan untuk mengetahui nilai kekerasan pada pengujian kekerasan *vickers*.

Diketahui :

$$P = 128 \text{ kgf}$$

$$d_1 = 1 \text{ mm}$$

$$d_2 = 0,98 \text{ mm}$$

$$d_{\text{rata-rata}} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$= \frac{1 + 0,98}{2} = 0,99 \text{ mm}$$

Penyelesaian : $VHN =$

$$\frac{1,854 \times P}{(d)^2}$$

$$= \frac{1,854 \times 128}{(0,99)^2}$$

$$= \frac{237,132}{0,98}$$

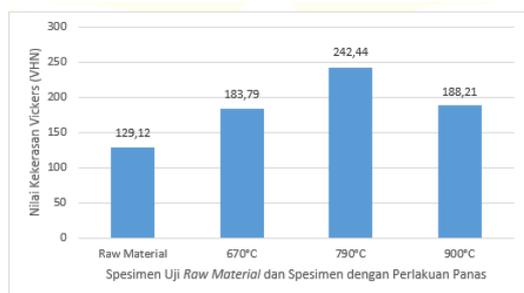
$$= 242,42 \text{ VHN}$$

Dengan cara yang sama hasil uji kekerasan *vickers* spesimen sebelum dan setelah perlakuan panas dengan variasi suhu 670°C, 790°C, 900°C selama 60 menit dapat ditampilkan pada tabel 2

TABEL 2 HASIL UJI KEKERASAN VICKERS POROS AS0052

Variabel	d1 (mm)	d2 (mm)	d rata-rata (mm)	d ² (mm)	VHN	VHN rata-rata
Raw	1,38	1,45	1,42	2,00	118,67	129,12
	1,32	1,36	1,34	1,80	132,32	
	1,34	1,30	1,32	1,74	136,36	
670°C	1,30	1,32	1,31	1,72	138,45	183,79
	1,07	1,00	1,04	1,07	221,80	
	1,11	1,12	1,12	1,24	191,12	
790°C	1,00	0,98	0,99	0,98	242,42	242,44
	0,99	1,00	1,00	0,99	239,99	
	0,97	1,00	0,99	0,97	244,89	
900°C	1,09	1,09	1,09	1,09	199,98	188,21
	1,24	1,19	1,22	1,48	160,95	
	1,12	1,04	1,08	1,17	203,70	

Hasil uji kekerasan *vickers* spesimen sebelum dan setelah perlakuan panas dengan variasi suhu 670°C, 790°C, 900°C selama 60 menit ditunjukkan pada grafik 4.6.



GAMBAR 3 PENGARUH VARIASI SUHU PERLAKUAN PANAS TERHADAP NILAI KEKERASAN VICKERS POROS AS0052

Berdasarkan tabel 2 dan gambar 3 menunjukkan bahwa adanya kenaikan nilai kekerasan yang bertahap sampai spesimen dengan temperatur 790°C kemudian mengalami penurunan nilai kekerasan pada spesimen dengan temperatur 900°C. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen dengan temperatur 790°C yaitu 242,44 VHN sedangkan penurunan pada spesimen dengan temperatur 900°C adalah 188,21 VHN. Hal ini mengindikasikan bahwa setelah proses perlakuan panas, terjadi perubahan dimana

didapat susunan perlit agak kasar sehingga menurunkan nilai kekerasan. Karbon terlarut ke dalam austenit akan bersih dan membentuk karbida bulat setelah pendinginan bertahap. Baja akan memiliki peringkat kekerasan yang relatif rendah dalam keadaan seperti ini. Sebagian karbida akan larut pada suhu yang lebih tinggi, menyebabkan semen menjadi rata. Mengikuti mekanisme rekristalisasi, nilai kekerasan baja menurun, dan kemudian ferit dan perlit mulai tumbuh. Hal ini menunjukkan bahwa proses rekristalisasi yang diikuti dengan perkembangan butir berpengaruh nyata terhadap penurunan kekerasan baja.

4. Hasil Pengujian Impak

Usaha yang dilakukan pendulum waktu memukul benda uji atau energi yang diserap benda uji sampai patah didapat dari rumus berikut.

$$W = m \cdot g \cdot \lambda (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dengan catatan:

W = Energi yang diserap (Joule)

m = Berat Pendulum (kg)

g = Gravitasi 9,81 m/s²

λ = Jarak lengan pengayun (m)

cos α = Sudut posisi awal pendulum

cos β = Sudut posisi akhir pendulum

Dari persamaan rumus diatas didapatkan besarnya harga impak seperti terlihat pada persamaan berikut.

$$K = \frac{W}{A}$$

Dimana:

K = nilai impak (kg.m/mm²)

A = luas penampang di bawah takikan (mm²)

Contoh perhitungan untuk mengetahui nilai ketangguhan pada pengujian *impact charpy* adalah sebagai berikut.

Diketahui :

M = 23,87 kg

λ = 0,674 m α = 150° β = 94°

A = 114,49 mm²

Penyelesaian : W = m . g . λ (cos β - cos α)
= 23,87 . 9,81 . 0,674 (cos 94° - cos 150°)

= 125,673 Joule

$$K = \frac{W}{A}$$

$$= \frac{125,673}{114,49}$$

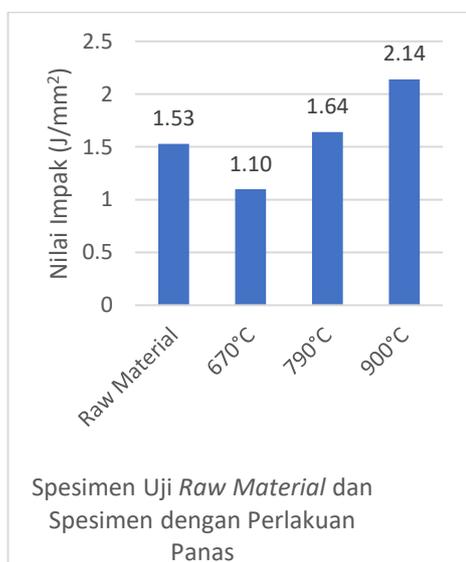
= 1,10 J/mm²

Dengan cara yang sama hasil uji impact spesimen sebelum dan setelah perlakuan panas dengan variasi suhu 670°C, 790°C, 900°C selama 60 menit seperti terlihat pada tabel 4 berikut.

TABEL 4 HASIL PENGUJIAN IMPACT CHARPY POROS AS0052

Spesimen	Variabel	β°	A (mm ²)	Hi (J)	Hk (J/mm ²)
1	Raw	77	112,36	172,19	1,53
2	670°	94	114,49	125,67	1,10
3	790°	75	108,15	177,53	1,64
4	900°	53	108,12	231,67	2,14

Hasil uji impact spesimen sebelum dan setelah perlakuan panas dengan variasi suhu 670°C, 790°C, 900°C selama 60 menit ditunjukkan pada grafik 4.7 berikut.



GAMBAR 5 PENGARUH VARIASI SUHU ANNEALING TERHADAP NILAI IMPAK POROS AS0052

Dari hasil pengujian impact pada tabel 4 dan grafik 5 dapat dilihat bahwa *raw material* memiliki nilai impact 1,53 J/mm². Spesimen dengan suhu 670°C terjadi penurunan nilai impact yaitu 1,10 J/mm² kemudian diikuti kenaikan nilai impact pada spesimen dengan suhu 790°C dan 900°C yaitu 1,64 J/mm² dan 2,14 J/mm². Temperatur yang mendekati A₁ pada diagram fasa Fe₃C, struktur sferodisasi yang akan diperoleh lebih kasar dan lebih lunak, namun jika proses temperatur menjauhi A₁ seperti pada spesimen dengan suhu 670°C, struktur yang dihasilkan akan berbentuk lamelar dan bersifat lebih keras. Hal ini mengakibatkan terjadinya kenaikan nilai kekerasan pada spesimen dengan suhu 670°C akan tetapi nilai ketangguhannya mengalami penurunan dibandingkan dengan *raw material*. Ketika suhu mencapai 790°C selama proses pembuatan panas, butiran ferit meningkat dalam ukuran dan kerapatan, dan fase perlit juga mengalami transformasi yang membuatnya menjadi putaran terbesar kedua. Pertumbuhan butir ferit dan rekristalisasi butir fase perlit keduanya terjadi pada suhu ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil simpulan bahwa:

1. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen pemanasan 790°C yaitu 242,44 VHN sedangkan penurunan pada spesimen dengan pemanasan 900°C adalah 188,21 VHN. Hal ini mengindikasikan bahwa setelah proses perlakuan panas, terjadi perubahan dimana didapat susunan perlit agak kasar sehingga menurunkan nilai kekerasan. Nilai kekerasan pada poros orisinil sebesar 225,5 VHN, hal ini membuktikan bahwa nilai kekerasan poros orisinil lebih besar dibandingkan dengan poros AS0052 *raw material* yaitu 129,12 VHN. Di sisi lain poros AS0052 dengan pemanasan 790°C nilai kekerasannya melebihi poros orisinil

sebesar 242,44 VHN dengan kenaikan 7,5%.

2. *Raw material* memiliki nilai impak 1,53 J/mm². Terjadi penurunan nilai impak pada spesimen dengan pemanasan 670°C yaitu 1,10 J/mm² kemudian diikuti kenaikan nilai impak pada spesimen dengan pemanasan 790°C dan 900°C yaitu 1,64 J/mm² dan 2,14 J/mm². Nilai impak pada poros orisinil sebesar 4,25 J/mm² dimana nilai impak poros AS0052 sebelum dan setelah dilakukan proses perlakuan panas tetap berada dibawah poros orisinil. Nilai impak poros AS0052 dengan pemanasan 900°C paling mendekati nilai impak poros orisinil yaitu sebesar 2,14 J/mm² dengan selisih 50,42%.
3. Hasil uji komposisi kimia menyatakan bahwa spesimen yang diuji dapat diklasifikasikan sebagai baja karbon medium S50C. Kenaikan terjadi pada pemanasan 900°C pada sebagian besar komposisi kimianya terhadap spesimen *raw material* salah satunya unsur karbon yaitu dari 0,50% menjadi 0,51%. Terjadi penurunan pada kadar besi (Fe) yaitu dari 97,95% menjadi 97,89%. Komposisi kimia pada poros orisinil mengandung karbon 0,456% sehingga dikategorikan sebagai baja S45C. Unsur yang lain yaitu *Ferrum* (besi) lebih tinggi dari pada poros AS0052 sebesar 98,29%.

Impak” , Politeknik Negeri Lhokseumawe, Medan

- [3] Brammer, P., Mauvoisin, G., Bartier, O., Hernot, X., & Sablin, S.-S. (2011). “*Influence of sample thickness and experimental device configuration on the spherical indentation of AISI 1095 steel. Journal of Materials Research*”, 27(01),76-84.Doi:10.1557/jmr.2011.247
- [4] Handoyo, Y. 2015. “*Pengaruh Quenching dan Tempering Pada Baja JIS Grade S45C Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Cranckshaft*”, Universitas Islam 45, Bekasi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aprizal dan Yose Rizal. 2019. “*Pengaruh Sifat Kekerasan dan Impak Pada Komponen Poros Sepeda Motor Melalui Perlakuan Panas*”, Universitas Pasir Pengairan, Rokan Hulu
- [2] Azimi, M. (dkk). 2020. “*Analisa Pengaruh Holding Time Pada Proses Perlakuan Panas Annealing Baja Aisi 1050 Hasil Pengelasan Smaw Terhadap Ketangguhan*