Analisis Kekerasan Pahat HSS pada Mesin Bubut Melalui Perlakuan Heattreatment Quenching Di Workshop Produksi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bengkalis

Razali[1], Syahrizal[2]
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bengkalis
Jl. Bathin Alam, Bengkalis, Indonesia
razali@polbeng.ac.id, syarizal@polbeng.ac.id

Abstract

Berdasarkan hasil Study Lapangan di tempat praktek Bengkel Mesin Perkakas Politeknik Negeri Bengkalis Selama proses Pemesinan pemotongan logam berlangsung terjadi interaksi antara pahat dan benda kerja. Gesekan yang dialami pahat oleh permukaan geram yang mengalir dan permukaan benda kerja yang telah terpotong. Akibat gesekan ini pahat mengalami keausan. Keausan pahat ini akan makin membesar sampai batas tertentu. Lamanya waktu untuk mencapai batas keausan ini yang didefinisikan sebagai umur pahat (Tool Life).

Faktor yang mempengaruhi kekerasan pahat yaitu temperatur dan media pendingin terlihat bahwa *Main Effects Plot* untuk rata-rata dari dua factor yaitu temperatur dan media pendingin. Berikut penjelasan untuk masing-masing faktor Sesudah di heat treatment pada temperatur 1000°C tertinggi (. Sesudah heat treatment 800°C: Rata-rata nilai terendah. Sesudah heat treatment 900°C: Rata-rata kembali naik. Temperatur sesudah heat treatment 800°C berdampak negatif terbesar, sementara sesudah heat treatment 1000°C menghasilkan nilai tertinggi. Air Garam: Rata-rata terendah. Oli SAE 20: Rata-rata tertinggi. Oli SAE 20 memberikan hasil terbaik, sedangkan Air Garam terendah. Temperatur sesudah heat treatment 800°C merugikan, dan Oli SAE 20 memberikan hasil terbaik.

Keywords : Kekerasan, pahat, temperatur, pendingin

1. PENDAHULUAN

Dalam proses permesinan yang sering mengalami pergantian adalah pahat (Cutting Tool). Pahat merupakan komponen yang dapat habis pakai dan harganya relatif mahal. Pahat akan mengalami keausan setelah digunakan untuk pemotongan, semakin besar keausan pahat maka kondisi pahat akan semakin kritis. Jika pahat terus digunakan, keausan pahat akan semakin cepat dan menyebabkan ujung pahat akan rusak, kerusakan yang fatal tidak boleh terjadi pada pahat sebab gaya pemotongan yang besar akan merusak pahat bor, mesin perkakas, dan dapat membahayakan operator (Suherman, H, et al.,2006).

Berdasarkan hasil Study Lapangan di tempat praktek Bengkel Mesin Perkakas Politeknik Negeri Bengkalis Selama proses Pemesinan pemotongan logam berlangsung terjadi interaksi antara pahat dan benda kerja. Gesekan yang dialami pahat oleh permukaan geram yang mengalir dan permukaan benda kerja yang telah terpotong. Akibat gesekan ini pahat mengalami keausan. Keausan pahat ini akan makin membesar sampai batas tertentu. Lamanya waktu untuk mencapai batas keausan ini yang didefinisikan sebagai umur pahat (Tool Life).

Begitu penting memperhatikan Umur Pahat pada proses pemesinan, kriteria mengenai umur pahat atau batas waktu pemakaian pahat yaitu apabila pahat tidak dapat dipergunakan lagi atau pahat telah mengalami kerusakan. Pahat HSS merupakan salah satu jenis pahat yang mempunyai kekerasan cukup tinggi (Molinari.A .& Nouari, M.,2003).

Berdasarkan hasil Study Lapangan di tempat praktek Bengkel Mesin Perkakas Politeknik Negeri Bengkalis Selama proses Pemesinan pemotongan logam berlangsung terjadi interaksi antara pahat dan benda kerja. Gesekan yang dialami pahat oleh permukaan geram yang mengalir dan permukaan benda kerja yang telah terpotong. Akibat gesekan ini pahat mengalami keausan. Keausan pahat ini akan makin membesar sampai batas tertentu. Lamanya waktu untuk mencapai batas keausan ini yang didefinisikan sebagai umur pahat (Tool Life). Begitu penting memperhatikan Umur Pahat pada proses pemesinan, kriteria mengenai umur pahat atau batas waktu pemakaian pahat yaitu apabila pahat tidak dapat dipergunakan lagi atau pahat telah mengalami kerusakan. Pahat HSS merupakan salah satu jenis pahat yang mempunyai kekerasan cukup tinggi (Molinari.A .& Nouari, M.,2003).

Tabel 1. Study Lapangan

Proses Pemesinan Workshop Perkakas POLBENG	Keterangan
	• Proses Pemesinan pemotongan logam berlangsung terjadi interaksi antara pahat dan benda kerja dan melakukan proses pengasahan. • Kondisi Sisa Pahat yang telah mencapai batas keausan yang cukup tinggi atau umur pahat HSS (ToolLife) sebelum waktunya.

Sumber: dokumen Pribadi

Pada penelitian ini dipergunakan pahat HSS batangan dengan dimensi HSS M2 - ½ x 6 dilakukan proses heatreatment Quenching dengan tujuan meningkatkan sifat mekanik sehingga diharapkan dapat menaikkan nilai kekerasan pahat HSS, dan terjadi perubahan martensit ke austenit tersisa. Material yang digunakan untuk proses pembubutan adalah ST 37), dengan proses pemesinan Basah (*Wet Machining*).

Penelitian ini bertujuan ntuk mengetahui kekerasan pahat high speed steel (HSS) apakah ada pengaruh proses heatreatment Quenching terhadap kekerasan Pahat high speed steel (HSS) dengan perlakuan sebelum dan sesudah proses *heatreatment quenching* dengan menggunakan variasi pendingin (Air garam, Bromus /colant, Oil SAE 20.

2. TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Perlakuan Panas (Heat Treatment)

Pramono (2016) menyampaikan perlakuan panas adalah pada pemanasan logam di bawah temperatur lebur logam tersebut dan pendinginan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat dengan waktu tertentu.

Pada proses pemanasan dan kecepatan laju pendinginan sangat mempengaruhi hasil akhir dari proses perlakuan panas. Dalam proses perlakuan panas terdapat tiga tahapan yang paling utama yaitu tahap pemanasan, tahap penahanan, dan tahap pendinginan. Secara umum perlakuan panas dapat kelompokkan dalam beberapa macam salah satunya yakni

a. Annealing

Annealing merupakan salah satu proses heat treatment yang biasanya dilakukan untuk mengurangi kekerasan, memperbaiki ducility, menghaluskan ukuran butiran, dan menghilangkan tegangan sisa.

b. Normalizing

Normalizing bertujuan untuk memperoleh struktur butiran yang halus dan seragam, serta untuk menghilangkan tegangan dalam. Untuk materilal yang mengalami penempaan, baja-baja kontruksi, dan baja rol tidak memiliki struktur yang sama sebab jumlah beban tidak sebanding dan karena perubahan bentuk pada tahap-tahap pendinginan yang tidak merata pada benda yang ketebalannya tidak sama. Normalizing bertujuan untuk menormalkan sifat mekanis yang hilang akibat dari baja pada proses sebelumnya, menghaluskan butir, menghilangkan tegangan sisa ataupun yang lainnya

c. Hardening

Proses Hardening merupakan pemanasan yang dilakukan untuk memperoleh kekerasan dari suatu bahan. Adapun prosesnya yaitu mula-mula baja dipanaskan sampai pada daerah atau diatas temperatur kritilasi, dan dilanjutkan dengan pendingin cepat, pada setiap operasi perlakuan panas, laju pemanasan merupakan faktor yang penting. Proses ini berguna untuk memperbaiki kekerasan dari baja tanpa dengan mengubah komposisi kimia secara keseluruhan. Proses ini mencakup proses pemanasan sampai pada austenisasi dan diikuti oleh pendinginan dengan kecepatan tertentu untuk mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan. proses pendinginannya bermacam-macam tergantung pada kecepatan pendinginan dan media quenching yang dikehendaki. Untuk pendinginan yang cepat akan didapatkan sifat logam yang keras dan getas sedangkan untuk pendinginan yang lambat akan didapatkan sifat yang lunak dan ulet.

1.2 Media Pendingin

Adawiyah et al (2014) menyampaikan media pendingin merupakan suatu media yang digunakan untuk mendinginkan spesimen uji setelah mengalami proses perlakuan panas. Untuk mendinginkan bahan dikenal berbagai macam bahan untuk memperoleh pendinginan yang merata maka bahan pendingin tersebut hampir seluruhnya disirkulasi. Untuk melakukan proses Hardening kita harus melakukan pendinginan secara cepat dengan menggunakan media pendingin, supaya mendapatkan struktur martensite. Oleh karena itu, semakin banyak unsur karbon, maka struktur martensite yang terbentuk juga akan semakin baik dan banyak. Ada beberapa media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan spesimen uji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Air (water colant)
   Air adalah media yang sangat sering digunakan untuk proses quenching, sebab biayanya yang murah, dan mudah digunakan serta proses pendinginan yang cepat.
2. Udara
   Pendinginan udara merupakan perlakuan panas yang proses pendinginannya lambat. Udara sebagai pendingin akan memberikan proses pembentukan kristal-kristal kepada logam yang akan mengikat unsur unsur lain dari udara.

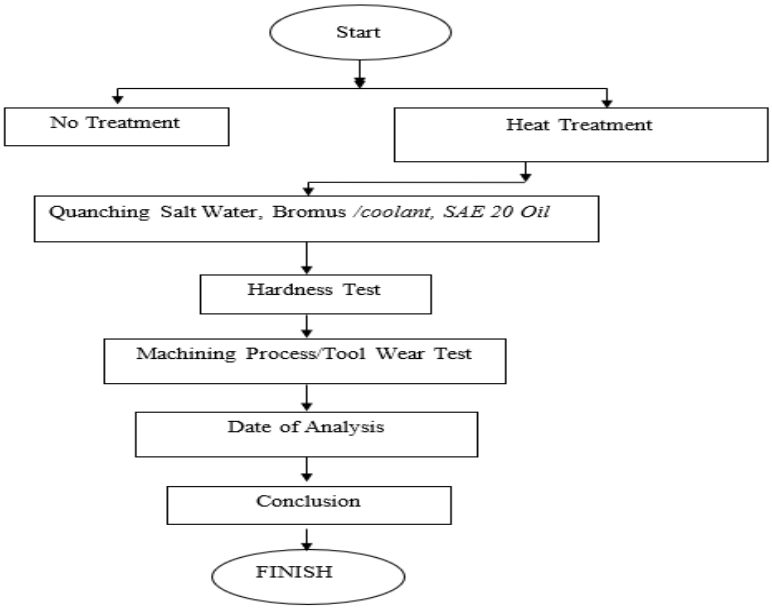
1.3 Pahat

Pahat merupakan alat yang dipasang pada suatu mesin perkakas dengan fungsi memotong benda kerja atau mengubah benda kerja menjadi bentuk geometri yang diinginkan. Pada proses pengerjaan logam (metal working) pahat digunakan untuk memotong material-material keras (Kalpakjian, 2009) sehingga dalam aplikasi tersebut suatu pahat membutuhkan karakteristik sebagai berikut :

a. Hot hardness (keras pada temperatur tinggi) sehingga dengan sifat ini kekerasan, kekuatan dan ketahanan aus dapat dipertahankan pada suhu yang dihadapi saat proses pemesinan.
b. Toughness and impact strength (sifat tahan terhadap beban kejut) dengan sifat ini beban impak pada proses pemotongan yang tidak diperhitungkan atau gaya akibat getaran dan chatter pada proses pemesinan tidak akan merusak pahat.
c. Thermal shock resistance (tahan terhadap perubahan termperatur secara tiba-tiba) hal ini diperlukan untuk menahan siklus laju perubahan terperatur.
d. Wear resistance (tahan aus) dengan ketahanan aus yang baik kriteria umur pahat dapat diterima sebelum pergantian diperlukan.
e. Chemical stability (Stabilitas kimia) beruhungan dengan material yang di mesin maka untuk meminimalisir efek samping, adhesi dan difusi geram yang memiliki kontribusi pada keausan pahat.

3. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan proses heattreament quanching pada pahat HSS dengan variasi pendinginan serta analisis data yang diperoleh dari pengujian kekerasan pahat dan kedalaman potong dilakukan di Gedung B, khususnya di bengkel perkakas dan lab uji bahan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bengkalis, Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau. Berikut disajikan alat dan bahan yang digunakan pada proses penelitian ini:



Gambar 2. Flow Chart

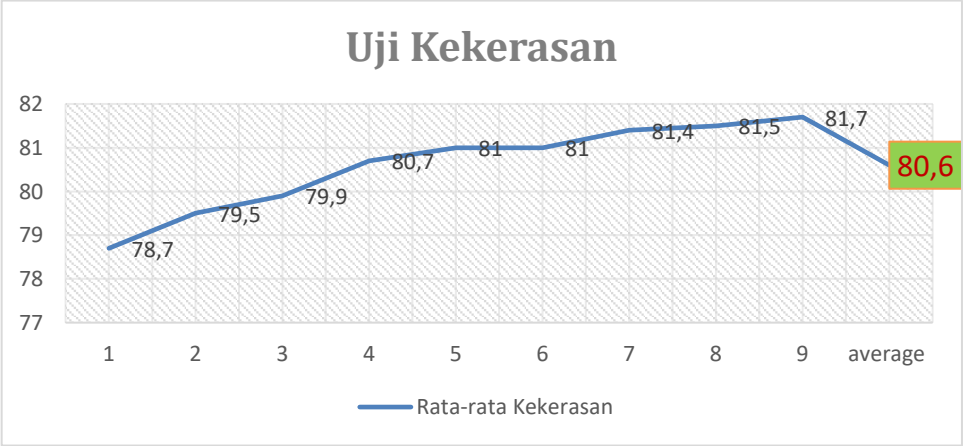
4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

a) Uji kekerasan sebelum *Heat treatment Quenching*

Material pahat yang sudah dilakukan pengasahan selanjutnya dilakukan uji kekerasan *Rockwell* menggunakan *hardness tester* dengan beban 60 *kgf*. Pada setiap spesimen mengambil 5 titik uji kekerasan dengan jarak titik sekitar 3-5 mm. proses pemgambilan data uji kekerasan sebanyak 9 spesimen, data uji kekerasan yang didapat diinput di dalam tabel untuk mencari rata-rata dari setiap pengujian kekerasan tersebut.

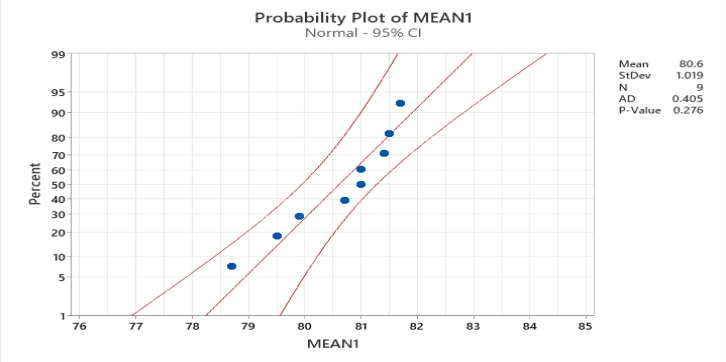
Tabel 4.1. Tabel Uji kekerasan pahat HSS (Sebelum *Heat treatment Quenching*)

Spesimen Pahat HSS	Uji kekerasan sebelum di treatment (HRC)					Rata-Rata (HRC)
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	
1	79	80	79,5	76	79	78,7
2	79	79	80	79,5	80	79,5
3	79	79,5	80	80,5	80,5	79,9
4	80,5	81	79,5	81	81,5	80,7
5	80,5	81	81	81,5	81	81
6	80,5	81	81	81,5	81	81
7	82	82	78,5	82,5	82	81,4
8	81	82	82	81	81,5	81,5
9	82	82	81,5	81,5	81,5	81,7
Rata-rata Uji Kekerasan Pahat HSS Keseluruhan						80,6



Gambar: 4.2. Grafik Rata-Rata Uji kekerasan Pahat Sebelum *Heat treatment quenching*

Grafik ini menggambarkan rata-rata kekerasan pahat HSS (*High-Speed Steel*) sebelum dilakukan proses *Heat treatment*. Nilai kekerasan mulai dari 78,7 pada pengujian pertama dan cenderung meningkat secara bertahap hingga mencapai puncak di angka 81,7 pada pengujian ke-9. Kemudian Rata-rata kekerasan dari keseluruhan pengujian adalah 80,6.
Analisis menggunakan Minitab Metode Taguchi Probability Plot Mean



Gambar: 4.3. Grafik *Probability Plot* Sebelum *Heat treatment quenching*

Berdasarkan pada grafik diatas *main effect plot for means* dapat dijelaskan bahwa garis diagonal dalam grafik ini menggambar keadaan ideal dari data yang mengikuti yang berdistrubusi normal karna titik-titik disekitar garis menunjukkan berada sangat dekat dengan garis bahkan menempel pada garis diagonal maka dapt disimpulkan bahwa data yang diperoleh mengikuti distribusi normal atau data berdistribusi normal. Karna nilai signifikan (sig) >0,05 yaitu P-value 0.276 maka data penelitian ini untuk spesimen pahat sebelum di *heat treatment* berdistribusi normal.

b) Uji kekerasan Sesudah *Heat treatment Quenching*

Peneliti melakukan *heat treatment Quenching* pada material tersebut sebanyak 9 sampel dengan suhu yang digunakan 800 °C, 900 °C, 1000 °C kemudian dilakukan pendinginan cepat dengan 3 media pendingin yaitu fluida Air garam, Oli Bromus dan Oli SAE 20. Setelah dilakukan *Heat treatment Quenching* pada material tersebut dilakukan uji kekerasan pada material tersebut sebagaimana terlampir pada table berikut:

Tabel 4.2 Tabel Uji kekerasan Sesudah *Heat treatment Quenching*

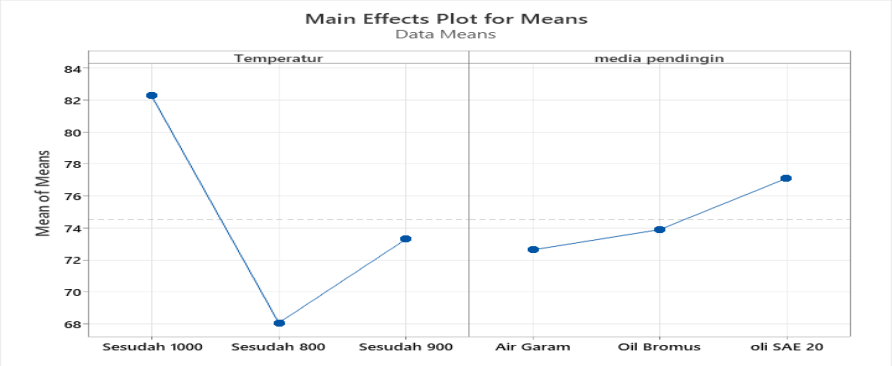
Spesimen Pahat HSS	Temp (˚C)	Pendingin	Uji kekerasan sesudah *heat treatment Quenching* (HRC)					*Average* (HRC)
			Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	
1	800	Air Garam	66,5	67	66,5	67,5	69	67,3
2		Oil Bromus	67,5	68,5	68	68	68	68
3		Oli SAE 20	68	67	70	70	69,5	68,9
4	900	Air Garam	69	64	74,5	69	69	69.1
5		Oil Bromus	69,5	71	71	73	71,5	71,2
6		Oli SAE 20	63	73	71	71	70	79,6
7	1000	Air Garam	81	81	82	81,5	82	81,5
8		Oil Bromus	81,5	82	83	81,5	83	82,5
9		Oli SAE 20	83	82,5	82	83	83,5	82,8

Gambar 4.4 Grafik Uji kekerasan Sesudah *Heat treatment Quenching*

Tabel ini menjelaskan nilai rata-rata kekerasan material pada tiga media pendingin yang berbeda (Air Garam, Oli Bromus, dan Oli SAE 20) pada tiga suhu yang berbeda (800°C, 900°C, dan 1000°C). Dari gerafik ini kekerasan material cenderung meningkat dengan peningkatan suhu perlakuan, di mana suhu 1000°C menghasilkan nilai kekerasan tertinggi untuk semua media pendingin yang digunakan. Media pendingin dengan hasil

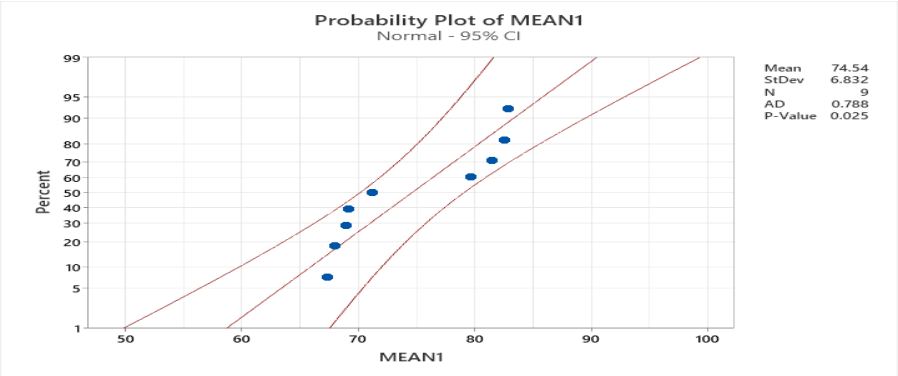
kekerasan tertinggi adalah Oli SAE 20, terutama pada suhu 1000°C dengan nilai kekerasan 82,8. Pada suhu yang lebih rendah (800°C dan 900°C), variasi kekerasan lebih kecil, tetapi masih ada peningkatan saat menggunakan suhu yang lebih tinggi. Dengan demikian, untuk mencapai kekerasan material yang optimal, penggunaan suhu 1000°C dengan Oli SAE 20 sebagai media pendingin merupakan kombinasi yang paling efektif di antara yang diuji.

Analys Minitab Metode Taguchi Probability Plot Mean



Gambar 4.5 Grafik *Main effects Plot* sesudah *Heat treatment Quenching*

Grafik ini adalah *Main Effects Plot* yang menunjukkan pengaruh dua faktor, yaitu suhu (*temperatur*) dan media pendingin, terhadap rata-rata nilai yang diamati. Di bagian kiri, terlihat bahwa suhu "Sesudah 1000" menghasilkan nilai rata-rata tertinggi, sedangkan suhu "Sesudah 800" menghasilkan nilai terendah. Di bagian kanan, terlihat bahwa media pendingin juga mempengaruhi rata-rata nilai, di mana "oil SAE 20" memberikan rata-rata tertinggi, dan "Air Garam" memberikan rata-rata terendah. Grafik ini menunjukkan bagaimana perubahan pada setiap faktor mempengaruhi hasil rata-rata secara keseluruhan.



Gambar 4.6 Probability Plot

Berdasarkan Grafik diatas ini adalah *Probability Plot* yang menunjukkan distribusi data untuk variabel MEAN1 dengan asumsi distribusi normal. Titik-titik biru pada grafik mewakili data aktual, sementara garis merah menunjukkan distribusi normal yang diharapkan. Data yang lebih jauh dari garis menunjukkan adanya deviasi dari distribusi normal. Rata-rata (Mean) data adalah 74,54 dengan standar deviasi (StDev) 6,832. P-Value sebesar 0,025 sehingga data tidak mengikuti distribusi normal karna p-value nya <0,05 yaitu 0,025. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa data yang dihasilkan setelah di uji heat treatment tidak cenderung meningkat yaitu pada temperature 800 dan temperatur 900 dan

data meningkat pada temperatur 1000 tetapi tidak signifikan dari data sebelum di heat treatment terhadap pahat *high speed steel* (HSS). Berdasarkan *Analysis of Variance for Means* untuk media pendingin p-value >0,05 yaitu p-value nya 0.253 berarti data yang dihasilkan dari media pendingin dari penelitian ini ada pengarug yang signifikan karna data nya cenderung meningkat.

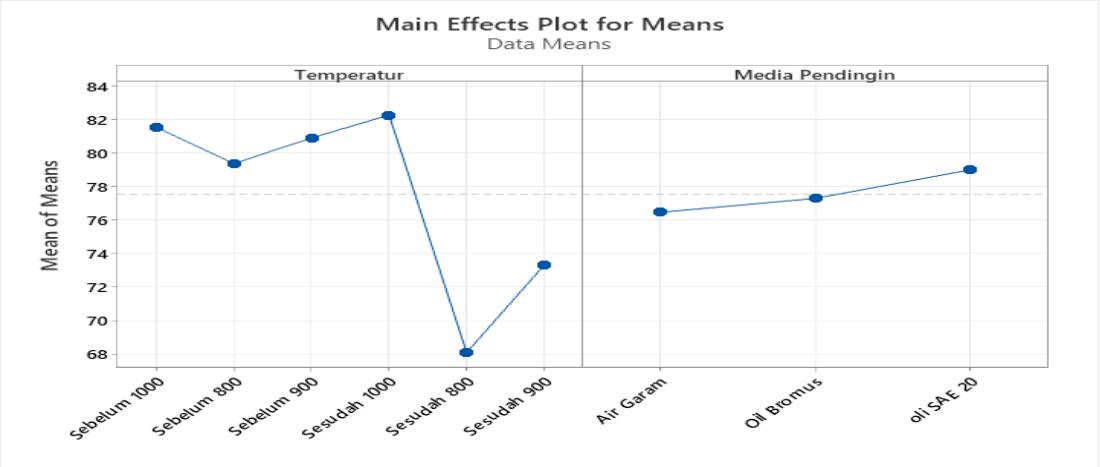
c) Perbandingan Uji Kekerasan Sebelum Dan Sesudah *Heat treatment Quenching*

Peneliti melakukan Perbandingan Uji Kekerasan Sebelum Dan Sesudah *heat treatment Quenching* pada material tersebut sebanyak 9 sampel dengan suhu yang digunakan 800 °C, 900 °C, 1000 °C kemudian dilakukan pendinginan cepat dengan 3 media pendingin yaitu fluida Air garam, Oli Bromus dan Oli SAE 20 sebagaimana terlampir pada table berikut:

Tabel 4. 3 Tabel Uji Kekerasan Sebelum Dan Sesudah *Heat treatment Quenching*

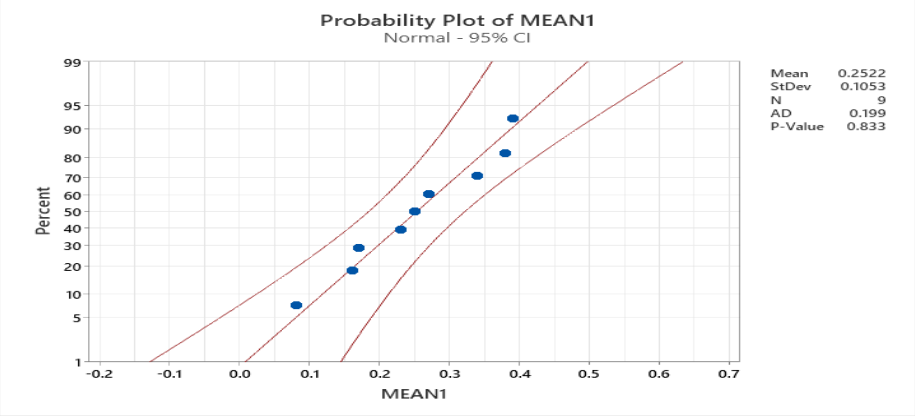
Spesimen Pahat HSS	Temperatur (˚C)	Pendingin	Uji kekerasan Sebelum Dan Sesudah di treatment (HRC)	
			Avarage - Heatreat	Avarage + Heatreat
1	800	Air Garam	78.7	67.3
2		Oil Bromus	79.5	68
3		Oli SAE 20	79.9	68.9
4	900	Air Garam	80.7	69.1
5		Oil Bromus	81	71.2
6		Oli SAE 20	81	79.6
7	1000	Air Garam	81.4	81.5
8		Oil Bromus	81.5	82.5
9		Oli SAE 20	81.7	82.8

Analys Minitab Metode Taguchi Probability Plot Mean



Gambar 4.8 Gambar Main Effects Plot for Means

Grafik di atas adalah *Main Effects Plot* untuk rata-rata dari dua factor yaitu temperatur dan media pendingin. Berikut penjelasan untuk masing-masing faktor Sesudah di heat treatment pada temperatur 1000°C tertinggi (. Sesudah heat treatment 800°C: Rata-rata nilai terendah. Sesudah heat treatment 900°C: Rata-rata kembali naik. Temperatur sesudah heat treatment 800°C berdampak negatif terbesar, sementara sesudah heat treatment 1000°C menghasilkan nilai tertinggi. Air Garam: Rata-rata terendah. Oli SAE 20: Rata-rata tertinggi. Oli SAE 20 memberikan hasil terbaik, sedangkan Air Garam terendah. Temperatur sesudah heat treatment 800°C merugikan, dan Oli SAE 20 memberikan hasil terbaik.



Gambar 4 .15 Grafik Probability Plot Mean1

Grafik yang ditampilkan adalah Probability Plot dari distribusi data "MEAN1" dengan asumsi distribusi normal dan tingkat kepercayaan 95%. Pada sumbu horizontal adalah nilai "MEAN1" dan pada sumbu vertikal adalah persentase kumulatif. Titik-titik biru menggambarkan data aktual, sedangkan garis lengkung merah mewakili distribusi normal yang diharapkan. Sebagian besar titik berada di sekitar garis distribusi normal, menunjukkan bahwa data mengikuti distribusi normal dengan baik. Nilai p-value sebesar 0,833 menunjukkan tidak ada bukti kuat untuk menolak hipotesis bahwa data berdistribusi normal.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis, dapat disimpulkan bahwa *Main Effects Plot* untuk rata-rata dari dua factor yaitu temperatur dan media pendingin. Berikut penjelasan untuk masing-masing faktor Sesudah di heat treatment pada temperatur 1000°C tertinggi (. Sesudah heat treatment 800°C: Rata-rata nilai terendah. Sesudah heat treatment 900°C: Rata-rata kembali naik. Temperatur sesudah heat treatment 800°C berdampak negatif terbesar, sementara sesudah heat treatment 1000°C menghasilkan nilai tertinggi. Air Garam: Rata-rata terendah. Oli SAE 20: Rata-rata tertinggi. Oli SAE 20 memberikan hasil terbaik, sedangkan Air Garam terendah. Temperatur sesudah heat treatment 800°C merugikan, dan Oli SAE 20 memberikan hasil terbaik..

DAFTAR PUSTAKA

Astakhov, V. P and J.Paulo, D. 2008 "Tools (Geometry and Material) and Tool Wear, Machining Fundamentals and Resent Advance XIV" 361 pp. 222, ISBN - 978-184800-212-8.
Adawiyah, R., Murdjani & Hendrawan, A. (2014). The effect of different refrigerant media on the microstructure and hardness of leaf springs in the hardening process. Journal of Engineering Axis. 6(2): 88-95

Molinari.A .& Nouari, M.,2003,Modeling of Tool Wear by Difussion in Metal Cutting", journal Wear Technology 252 p.p. 135- 149.

Rochim, Taufiq, 2007, "Theory and Technology of Machining Process". HEDS, Department of Machinery, Faculty of Industrial Technology, Bandung Institute of Technology.

Syahri, B., Putra, Z. A. & Helmi, N. (2017). Hardness analysis of assab 705 steel treated with hardening heat treatment and cooling medium. Invotek. 17(1): 17-26.

Sugiarto, T., Zulhanif & Sugiyanto. (2013). Analysis of AISI 1045 Medium Carbon Steel Fatigue Resistance Test with Heat Treatment (Ouenching) Using Rotary Bending. Fema Journal. 1(3) : 85-92

Suherman, H, et al., 2006, "Effect of cutting conditions of gurdi chisels on tool wear, using low carbon steel (ST-37) and HSS chisels, to determine the characteristics of edge wear experienced in the gurdi process", UBH Journal of Mechanical Engineering, Vol.3.

Taylor, Fred. W., 1907,"On the Art of Cutting Metals". Trans. ASME, 28 : 31- 58.