

PENGARUH MEDIA PENDINGIN PROSES *HOT TURNING* MENGGUNAKAN BAJA AISI 4140 TERHADAP KEKERASAN DAN KEAKURASIAN DIMENSI

Ravianto

S1 Teknik Mesin Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : raviantoravianto@mhs.unesa.ac.id

Akhmad Hafizh Ainur Rasyid

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: akhmadrasyid@unesa.ac.id

Abstrak

Proses pemesinan selalu tidak terlepas dengan alat-alat yang digunakan untuk memproduksi suatu produk. Salah satu dari mesin produksi yang umum digunakan di industri adalah mesin bubut ada beberapa metode yang digunakan untuk membubut benda kerja salah satunya adalah proses *hot turning*. Proses *hot turning* akan berpengaruh terhadap tingkat kekerasan dan akurasi dimensi permukaan benda kerja. Jenis media pendingin akan mempengaruhi tingkat kekerasan dan akurasi dimensi permukaan benda kerja. Sehingga perlu diteliti bagaimana pengaruh variasi media pendingin proses *hot turning* terhadap tingkat kekerasan dan akurasi dimensi permukaan baja AISI 4140. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh media pendingin pada proses *hot turning* menggunakan *LPG Heating System* terhadap kekerasan dan akurasi dimensi baja AISI 4140. Manfaat dalam penelitian ini dapat dijadikan referensi sebagai acuan untuk melakukan proses pemesinan dengan metode *hot turning*, khususnya mesin bubut. Metode penelitian yang digunakan ialah metode eksperimen, menggunakan baja AISI 4140, dengan ukuran diameter 22 mm dan Panjang 150 mm yang berjumlah 9 buah benda kerja. Proses *hot turning* menggunakan mesin bubut konvensional dan pembubutan rata muka. Variabel bebas pada penelitian antara lain, air, air garam dan temperatur 740-760°C. Sedangkan variabel terikatnya adalah kekerasan dan keakurasian dimensi. Kemudian dari 9 benda kerja tersebut masing-masing benda kerja ditentukan 3 titik untuk dilakukan uji kekerasan permukaan dan 3 titik untuk dilakukan uji keakurasian dimensi permukaan. Dari hasil nilai kekerasan proses *hot turning* tanpa perlakuan sebesar 45,45 HRC. Sedangkan nilai kekerasan benda kerja paling tinggi ialah media pendingin air garam dengan kekerasan sebesar 59,79 HRC dengan kenaikan 29,81% dan kekerasan paling kecil diperoleh oleh media pendingin air dengan kekerasan sebesar 57,80 HRC dengan kenaikan 27,17%. Sedangkan media air garam menghasilkan perubahan akurasi dimensi yang paling besar dengan penyimpangan 0.11 mm bila dibandingkan dengan air.

Kata kunci : *Hot Turning*, Variasi Media Pendingin, Kekerasan, dan Akurasi Dimensi.

Abstract

The machining process is always inseparable from the tools used to produce a product. One of the production machines commonly used in industry is a lathe, there are several methods used to turn workpieces one of which is a hot turning process. The hot turning process will affect the level of hardness and the dimensional accuracy of the workpiece surface. The type of cooling media will affect the level of hardness and the dimensional accuracy of the workpiece surface. So it is necessary to examine how the effect of cooling media variations on hot turning process on the level of hardness and surface dimensions accuracy of AISI 4140 steel. The purpose of this study was to determine the effect of cooling media on the hot turning process using LPG Heating System for hardness and dimensional accuracy of AISI 4140 steel. this research can be used as a reference as a reference for the machining process with the hot turning method, specifically a lathe. The research method used was the experimental method, using AISI 4140 steel, with a diameter of 22 mm and a length of 150 mm which amounted to 9 pieces of workpiece. The hot turning process uses conventional lathes and flat turning. The independent variables in the study included water, salt water and temperature 740-7600C. While the dependent variables are dimensional violence and accuracy. Then from the 9 workpieces, each workpiece is determined by 3 points for surface hardness testing and 3 points for surface dimension accuracy tests. From the results of the hardness value of the untreated hot turning process is 45.45 HRC. While the highest value of workpiece hardness is salt water cooling media with a hardness of 59.79 HRC with an increase of 29.81% and the smallest hardness obtained by water cooling media with a hardness of 57.80 HRC with an increase of 27.17%. Whereas salt water media produces the greatest change in dimensional accuracy with a deviation of 0.11 mm when compared to water.

Keywords : *Hot Turning, Cooling Media Variation, Hardness, and Dimensional Accuracy.*

PENDAHULUAN

Mesin bubut merupakan mesin perkakas yang digunakan untuk memotong material logam. Proses pemakanan material logam yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Pada proses pemesinan menggunakan mesin bubut, ada beberapa metode yang digunakan untuk membubut benda kerja salah satunya adalah proses *hot turning*. *Hot turning* merupakan proses pembubutan material dengan penambahan pemanasan dimana untuk menjadikan material lebih lunak dengan mengurangi kekuatan geser dan mengurangi biaya pemesinan (Swayyat 2013). Pembubutan terletak pada pahat potong yang harus mampu menahan beban yang lebih besar dan temperatur yang lebih tinggi (I.S. Harrison, 2004).

Pemilihan pahat potong yang tepat dapat mempengaruhi kualitas pemotongan, salah satunya adalah pahat jenis karbida. Pahat karbida merupakan pahat bubut yang memiliki kekerasan cukup tinggi. Pahat ini merupakan pahat yang paling sering dijumpai di bengkel-bengkel bubut bahkan industri sekalipun dan mampu bertahan pada suhu yang tinggi tanpa mengalami penurunan kekerasan. Sehingga cocok untuk melakukan pembubutan dengan bahan logam terutama baja AISI 4140. Baja AISI 4140 memiliki unsur pokok diantaranya karbon 0,38 - 0,45% berat, Cromium 0,5 - 1,1% berat, Molibdenum 0,15 - 0,25% berat Memungkinkan baja dapat dilakukan proses perlakuan pemanasan material untuk meningkatkan sifat mekaniknya. Baja AISI 4140 sering digunakan sebagai komponen elemen utama pada mesin seperti poros, gear, dan piston pada kendaraan, yang berfungsi meneruskan daya baik berupa puntiran ataupun bending.

Pada proses pembubutan *hot turning* dengan penambahan LPG Heating System juga harus memperhatikan tingkat kekerasan dan keakurasian dimensi. Karena pada saat material dipanaskan akan mengalami pemuaihan. Menurut Naufal Fansuri (2012) "Bila temperatur sebuah benda naik, maka sebuah benda akan mengalami pemuaihan". Sehingga kekerasan dan keakurasian dimensi sangat berperang penting dalam proses pembubutan *hot turning* supaya dapat mengetahui ukuran sebelum mengalami pemuaihan atau penyusutan dan mendapatkan tingkat kekerasan dan akurasi dimensi yang lebih tinggi dari nilai rata-rata dimensi yang diperlukan.

Menurut S.Ranganathan (2010) proses *hot turning* yang menggunakan LPG sebagai oksigen pemanasan dengan variasi temperatur dengan memperhatikan temperatur rekristalisasi. Dimana rekristalisasi merupakan suatu proses pengembalian struktur Kristal pada material kedalam bentuk awal Kristal material tersebut. bahwa semakin tinggi *feed rate* (fs) semakin tinggi juga

kekasaran permukaan, tingkat kekasaran permukaan juga dipengaruhi oleh besar temperatur. semakin tinggi temperatur yang dipakai semakin terlihat rekristalisasi yang terjadi pada material. Menurut Bambang Tri Wibowo (2006) berdasarkan pengalaman di lapangan menunjukkan bahwa faktor jenis pendingin sangat berpengaruh pada tingkat kekerasan permukaan benda kerja. Menurut Awang (2014) berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa dengan variasi jenis pendingin akan menghasilkan nilai kekerasan yang berbeda karena proses pendinginan yang dilakukan secara langsung akan membentuk struktur *martensit* pada permukaan baja, dimana *martensit* merupakan struktur mikro yang keras. Dengan proses pemanasan permukaan logam hingga mencapai suhu tertentu kemudian logam didinginkan secara langsung menggunakan media pendingin akan menghasilkan nilai kekerasan yang berbeda dari jenis media pendingin yang digunakan.

Berdasarkan uraian yang disampaikan diatas. Dalam penelitian ini mencoba untuk mengembangkan proses perlakuan baja untuk mengetahui variasi media pendingin yang paling optimal dari proses pembubutan *hot turning* dengan penambahan LPG Heating System menggunakan pahat *carbide tipe insert*. Pada baja AISI 4140 dengan variasi media pendingin untuk mengetahui tingkat kekerasan dan keakurasian dimensi.

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai kekerasan dan keakurasian dimensi baja AISI 4140 hasil dari proses *Hot Turning* dan pendinginan.

Tempat dan Waktu Penelitian

• Tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan di dua tempat yang berbeda. Untuk proses *hot turning*, pendinginan, dan uji keakurasian dimensi dilakukan di bengkel sumber ayam Sidoarjo. Uji kekerasan akan dilakukan di laboratorium Pengujian Bahan gedung A6 jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya (UNESA).

• Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan setelah seminar proposal dan dinyatakan lulus-selesai.

Variabel Penelitian

• Variabel terikat

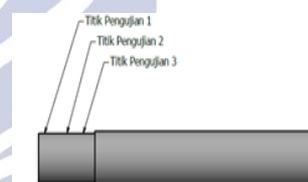
Variable terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah:

- Nilai Kekerasan.
- Nilai keakurasian dimensi.
- Variabel bebas
Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah:
 - Temperatur *hot turning* 740-760°C.
 - Media pendingin yaitu: air dan air garam,.
- Variabel kontrol
Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel independen terhadap dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti. Variabel kontrol dalam penelitian adalah:
 - Mesin Bubut.
 - Pahat *carbide tool insert* CNMG B10.
 - Rpm 580.
 - Kedalam pemakanan 0,5 mm.

Prosedur Penelitian

- Persiapan Alat & Bahan
- Proses *Hot Turning*
Langkah-langkah untuk melakukan proses *hot turning* adalah sebagai berikut :
 - Pasang benda kerja pada cekam
 - *Setting tool* (pastikan posisi pahat center dengan benda kerja)
 - *Setting* kecepatan atau rpm
 - *Setting feeding*
 - Nyalakan spindel mesin searah jarum jam atau gerakan CW
 - Pasang benda kerja dan center benda kerja agar tidak goyang saat benda berputar
 - bubut bagian *face* benda kerja hingga rata dan center jalan pada bagian *face* benda kerja.
 - Lakukan proses penyayatan untuk meratakan permukaan.
 - Ukur dimensi benda kerja.
 - Pasang LPG *Heating System* terletak di dekat *toolpost*. Kemudian putar benda kerja dan menyalakan sampai temperatur yang sudah ditetapkan.
 - Jika sudah mencapai temperatur yang ditetapkan, selanjutnya adalah matikan LPG *Heating System*.
 - Kemudian menyayat benda kerja 0,5 mm sampai Panjang 30 mm dengan pembubutan rata.
 - Matikan spindel mesin.
 - Siram benda kerja dengan pendingin yang sudah disiapkan(garam dan air). Kemudian ukur diameter benda kerja.

- Uji kekerasan *Rockwell*
Langkah-langkah yang dilakukan uji kekerasan pada benda kerja adalah sebagai berikut:
 - Memasang indentor sesuai dengan bahan material yang diuji
 - Menyeting beban untuk uji bahan
 - Menentukan titik untuk pengujian dengan menempelkan indentor pada benda kerja, dengan cara memutar ragum
 - Memulai pengujian dengan menekan tombol start
 - Tunggu hasil uji keluar
 - Catat hasil uji yang keluar pada layar
 - Uji ketitik lain berjarak 0,5 mm sampai 3 kali pengujian seperti pada poin ke 3 diulang sampai mewakili seluruh permukaan benda kerja
 - Setelah selesai lepaskan benda kerja dari ragum
 - Matikan mesin dan lakukan analisis.
 Pengujian ini nantinya didasarkan pada standar uji kekerasan *rockwell* yaitu menggunakan standar uji ASTM E18 yang secara umum digunakan untuk standar pengujian kekerasan *Rockwell* untuk logam.



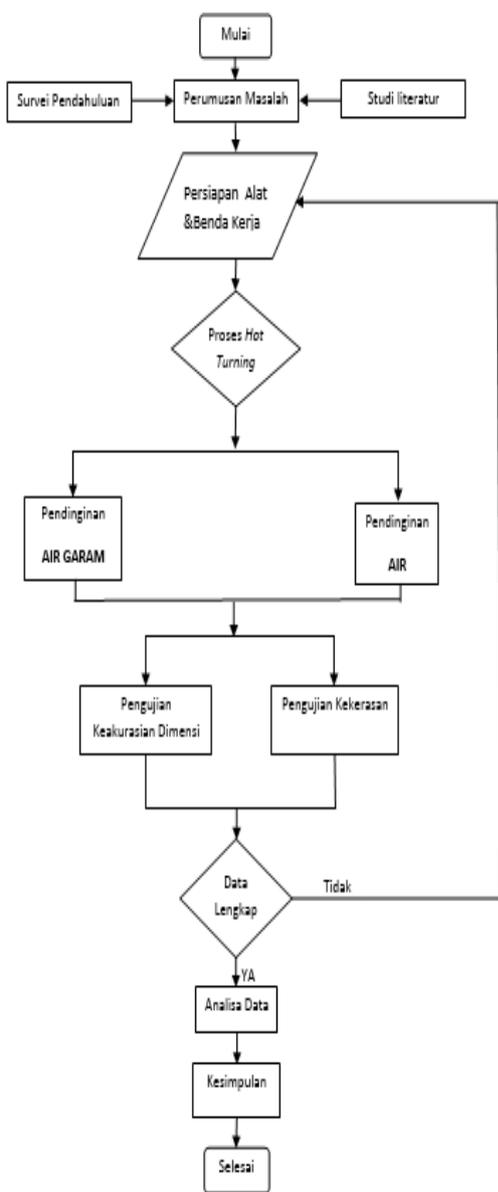
Gambar 1. Benda kerja Uji Kekerasan

- Uji Akurasi Dimensi
Langkah–langkah yang dilakukan uji akurasi dimensi menggunakan mikrometer skrup pada benda kerja sebagai berikut:
 - Pastikan kondisi mikrometer sudah dikalibrasi, sehingga apabila rahang geser bersentuhan dengan rahang tetap menunjukkan skala nol.
 - Buka rahang dengan menggerakkan pemutar kearah kiri sampai benda kerja masuk ke dalam rahang.
 - Letakkan benda kerja diantara poros tetap dan poros geser hingga tepat menjepit benda kerja.
 - Kemudian lakukan pengukuran akurasi dimensi pada benda kerja dengan panjang pembubutan 30 mm.
 - Lakukan posisi pengukuran berjarak 0,5 mm sampai 3 kali pengukuran dan catat hasil pengukuran.

Alat, Bahan, dan Instrumen Penelitian

- Alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:
 - Mesin bubut
 - Blander las

- Wadah media pendingin
- Gerinda
- Amplas
- Pahat insert CNMG B10
- Tabung Oksigen
- LPG 12 Kg
- Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:
 - baja AISI 4140.
 - Air
 - Air Garam
- Instrumen yang digunakan dalam proses penelitian adalah sebagai berikut:
 - Alat mikrometer Skrup **Krisbow**
 - Alat uji kekerasan **Rockwell Model 574 T**
 - Thermometer laser **Krisbow KW06-656**
- Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Teknik Analisa Data

Pada penelitian eksperimen ini menggunakan metode analisis data deskriptif kuantitatif, yaitu dengan mendeskripsikan data secara sistematis, faktual dan akurat mengenai hasil yang diperoleh selama pengujian. Analisis pada penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data dari alat ukur, maka hasil dari pengukuran dimasukkan dalam tabel, dihitung secara teoritis dan disajikan dalam bentuk tabel serta grafik sehingga hasil dari penelitian mudah dipahami. Analisis ini dipakai untuk mengetahui bagaimana pengaruh temperatur proses hot turning dan media pendingin terhadap tingkat kekerasan dan keakurasian dimensi. Hal ini dilaksanakan untuk memberi informasi serta mengilmiahkan berbagai fenomena yang terjadi pada objek eksperimen ketika dilakukan pada penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

• Hasil Pembuatan Benda kerja
 Hasil pembuatan benda kerja didapatkan dari material baja AISI 4140 pada proses *hot turning* menggunakan pahat insert CNMG B10 kemudian dilakukan pendinginan cepat dengan cara menyiram benda kerja hasil dari proses hot turning dan benda kerja dilakukan pemotongan menggunakan gerinda untuk pengujian pada benda kerja. Pada penelitian ini benda kerja terdiri dari 9 benda uji dimana dengan perlakuan yang sama, material yang sama, proses yang sama, hanya membedakan pada media pendingin yang digunakan. Karena penelitian ini adalah berupa eksperimen dimana akan dianalisa menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan mendeskripsikan data secara sistematis, faktual dan akurat mengenai hasil yang diperoleh selama pengujian.



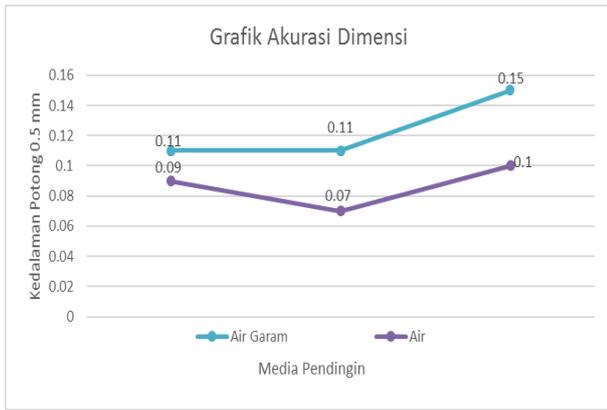
Gambar 3. Benda Uji *Hot Turning*

- Hasil Uji Keakurasian Dimensi

Tabel 1 Uji Akurasi Dimensi

No	Media Pendingin	Spesimen	Sebelum	Sesudah Proses <i>Hot Turning</i>			Rata-rata (x̄)	Selisih
				Uji 1	Uji 2	Uji 3		
1	Air Garam	1	21.02	19.91	19.91	19.92	19.91	1.11
		2	21.04	19.93	19.94	19.93	19.93	1.11
		3	21.06	19.91	19.9	19.91	19.91	1.15
2	Air	1	21.03	19.94	19.93	19.96	19.94	1.09
		2	21.02	19.95	19.96	19.95	19.95	1.07
		3	21.03	19.93	19.93	19.92	19.93	1.10

Keterangan: a = Kedalaman Potong



Gambar 4. Grafik Uji Akurasi Dimensi

Dari tujuan Penelitian pada bab 1 dan hasil perolehan data dapat diketahui proses *hot turning* berpengaruh terhadap keakuratan dimensi benda kerja. Dilihat dari gambar 4 Perubahan akurasi dimensi paling besar dimiliki oleh air garam dengan penyimpangan 0.11 mm yang artinya adalah benda kerja dari hasil proses *hot turning* lebih kecil dari yang seharusnya. Sedangkan air memiliki penyimpangan 0.07 mm. Benda kerja hasil dari proses *hot turning* mengalami suatu penyimpangan yang terjadi akibat adanya pemuaian pada benda kerja saat pemanasan berlangsung karena terjadi pembentukan fasa martensit yang mendorong perubahan akurasi dimensi. Pembentukan fasa martensit ini terjadi melalui pergeseran dari fasa austenit agar dapat berlangsung secara sempurna diperlukan daya dorong cukup besar sehingga mekanisme pergeseran dapat terjadi. Apabila tegangan geser Fasa *austenit* makin besar maka daya pendorong yang diperlukan juga semakin besar, oleh karena itu terbentuknya *martensit* pada benda kerja adanya tegangan sisa sebagai akibat daya pendorong yang digunakan (Sasi Kirono 2010). Semakin banyak *martensit* yang terbentuk makin banyak tegangan sisa yang akan terjadi. Pada waktu pendingin yang cepat fase *austenit* tidak berubah menjadi ferit atau perlit karena tidak ada kesempatan bagi atom-atom karbon yang telah larut dalam *austenit* untuk mengadakan pergerakan difusi dan bentuk semetrit oleh karena itu terjadi fase *martensit*. Berupa fase yang sangat keras dan bergantung pada keadaan karbon pada saat proses pendingin cepat dimana akan mengalami suatu penyusutan cukup besar karena disamping pendinginan cepat juga terjadinya adanya tegangan tekan. Penyusutan akan terjadi tarik yang diimbangi oleh tegangan tekan (Setyawati 2010).

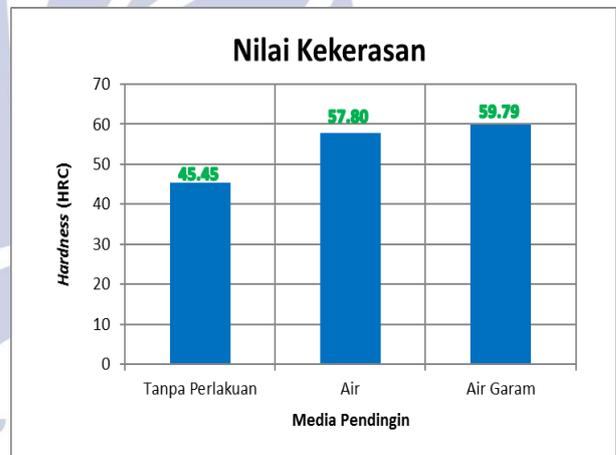
Berdasarkan uraian tersebut maka jelas bahwa media pendingin air garam akan memberikan perubahan akurasi dimensi lebih besar bila dibandingkan dengan media pendingin air karena laju pendinginannya lebih

cepat. Air garam memiliki viskositas yang rendah sehingga nilai kekentalan cairan kurang, sehingga laju pendinginan cepat dan massa jenisnya lebih besar bila dibandingkan dengan media pendingin air (Fakhrizal 2018).

• Hasil Uji Kekerasan

Tabel 2 Uji Kekerasan

No	Temperatur	Media Pendingin	Spesimen	Nilai Kekerasan			Rata-rata (x)	Rata-rata Total
				Uji 1	Uji 2	Uji 3		
1	740 - 760	Air	1	57.4	57.6	58.5	57.83	57.80
			2	58.2	57.5	58.6	58.10	
			3	57.4	57.8	57.2	57.47	
2	740 - 760	Air Garam	1	60.5	60.1	59.9	60.17	59.79
			2	59.6	58.9	58.6	59.03	
			3	59.7	60.3	60.5	60.17	



Gambar 5. Grafik Batang Uji Kekerasan

Hot turning bertujuan untuk melunakan benda kerja agar proses pemesinan mudah dan memperkecil gaya pemotongan pada proses bubut berlangsung. Disamping itu juga ingin mengetahui pengaruh variasi media pendingin terhadap tingkat kekerasan baja AISI 4140. Sifat mekanik dalam kekerasan disebabkan oleh komposisi kimia, temperatur, dan media pendingin. Pada penelitian ini menggunakan benda uji dengan komposisi kimia yang sama, temperatur yang sama, namun media pendingin yang berbeda. Benda uji diberikan perlakuan panas pada suhu 740-760°C saat sebelum proses pembubutan kemudian dilakukan pendingin dengan media pendingin berupa air dan air garam dengan pendingin secara cepat melalui penyiraman ke benda kerja.

Pada pengujian kekerasan semua benda uji mengalami suatu perubahan adanya peningkatan yang fluktuatif dengan peningkatan terjadi pada media pendinginan menggunakan air garam dengan kekerasan 59,79 HRC mengalami peningkatan terbesar yaitu 29,81% sedangkan peningkatan media air merupakan kekerasan yang mengalami perubahan yang paling kecil sebesar 57,80 HRC dengan peningkatan 27,17%. Pada hasil penelitian ini menunjukkan bahwa media pendingin yang berbeda dapat mempengaruhi hasil kekerasan suatu benda uji dari data dan analisa pengujian kekerasan pada gambar 5 dapat dilihat adanya perubahan nilai kekerasan. Hal ini terjadi adanya perubahan struktur setelah mengalami penambahan temperatur pada benda uji dari fasa *ferit + perit* menjadi fasa yang lebih keras berupa fasa martensit. Pada pembentukan martensit tergantung laju pendinginan. Semakin cepat laju pendinginan maka kemungkinan terbentuknya fasa martensit akan cenderung lebih besar (Sasi Kirono 2010). Akibatnya kekerasan pada benda uji semakin tinggi. Adanya perbedaan nilai kekerasan pada seluruh bagian benda uji yang terjadi karena kecepatan laju pendinginan tidak sama, bagian permukaan lebih memungkinkan menghasilkan fasa martensit lebih banyak karena pendinginannya lebih cepat bila dibandingkan yang bagian dalam. Selain itu jika dilihat dari struktur Kristal pada fasa martensit mengalami perubahan struktur Kristal *Body Centered Tetragonal* (BCT) dimana struktur Kristal ini memiliki jumlah satu atom penuh di pusat dan juga memiliki panjang rusuk yang lebih panjang, keika ada tiga buah struktur Kristal BCT bergabung maka akan membentuk struktur kristal baru bernama *Hexagonal Close Packed* (HCP) struktur Kristal ini memiliki sifat yang lebih keras lagi karena memiliki sbatas butir yang rapat (Hatta 2018).

- Hubungan Akurasi Dimensi Dan Kekerasan Perlakuan Poros.

Pada proses *hot turning* untuk pengaplikasian pembuatan poros perlu adanya penyesuaian terutama pada kedalaman potong supaya tingkat akurasi dimensi lebih sesuai karena berfungsi sebagai penghubung komponen lainnya.

Disamping itu juga juga harus diperhatikan oleh penggunaan mesin perkakas, pemilihan elemen pemesinan yang sesuai, pemilihan material pahat yang cocok dan operator yang memiliki keahlian yang handal dan terampil serta kondisi pemotongan yang baik (Dilbag Singh and P. Venkateswara Rao, 2007). Pengaruh penambahan pemanasan saat proses *hot turning* yang menggunakan gas elpiji dan oksigen pada

permukaan benda kerja akan mempengaruhi sifat mekanik terhadap benda kerja dimana oksigen berpengaruh terhadap karbon yang terikat sebagai sementit atau yang larut dalam austenite (Schonmetz dan Gruber 1985). Oleh karena itu, pada benda kerja dapat terbentuk lapisan oksidasi selama proses *hot turning*. Pada proses *hot turning* apabila melakukan pendingin dengan air memiliki kekerasan lebih kecil dari pada menggunakan air garam karena tingkat kekerasan lebih keras. Tetapi air garam untuk tingkat akurasi dimensi rendah bila dibandingkan dengan air. Pada proses pembubutan *hot turning* harus dipertimbangkan kekerasan dan akurasi dimensi apabila ingin menggunakan media pendinginan air garam terutama pada kedalaman potong harus di sesuaikan agar memenuhi tingkat akurasi dimensi maupun kekerasan.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari proses pengaruh media pendingin pada proses *hot turning* menggunakan LPG *Heating System* terhadap uji akurasi dimensi dan kekerasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Proses *hot turning* yang memiliki kekerasan paling tinggi ialah media pendingin air garam dengan kekerasan sebesar 59,79 HRC dengan kenaikan 29,81% sedangkan kekerasan paling kecil diperoleh oleh media pendingin air dengan kekerasan sebesar 57,80 HRC dengan kenaikan 27,17%.
- Pada proses *hot turning* media air garam menghasilkan perubahan akurasi dimensi yang paling besar dengan penyimpangan 0.11 mm bila dibandingkan dengan air.

Saran

Dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti memberikan saran yaitu:

- Proses *hot turning* memerlukan kehati-hatian dan ketelitian yang tinggi untuk menghasilkan tingkat ketelitian akurasi dimensi yang maksimal.
- Diperlukan pengujian mekanik lain agar mengetahui nilai-nilai kekuatan mekanik dari baja AISI 4140 untuk mengetahui pengaruh *hot turning* dari media pendingin terhadap akurasi dimensi dan kekerasan.
- Bagi Jurusan Teknik Mesin diharapkan agar menyesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan teknologi khususnya penyediaan alat pengujian dan praktek.

DAFTAR PUSTAKA

Asit Kumar P, & Kalipada Maity.(2018). *Comparison the machinability of Inconel 718, Inconel 625 and*

- Monel 400 in hot turning operation*. Indian Institute of Technology Delhi. 30 march 2018.
- Awang Annas F.(2014) *Analisa Struktur Mikro Dan Kekerasan Baja S45C Pada Proses Quench-Temper Dengan Media Pendingin Air*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.2014.
- Pambudi, Sinung Bayu. dkk. (2017) *Pengaruh Variasi Viskositas Oli Sebagai Media Pendingin Terhadap Sifat Kekerasan Pada Proses Quenching Baja AISI 4340*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.2017.
- Darmawi & Putra Indra Amin M. (2009). *Perbedaan Struktur Mikro, Kekerasan, dan Ketangguhan Baja Hq 705 bila Diquench dan Ditemper pada Media Es, Air dan Oli*. Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.2009.
- De Gambo, P., 1969, *Materials and Processes in Manufacturing*, Mac Millan Company, New York.
- Gary, M. 2011. *Heat Treatment*. Makalah Proses Produksi. Universitas Sriwijaya.
- Halliday, D. dan Resnick, R. 1985. Fisika Jilid I Edisi Ketiga. Erlangga. Jakarta.
- Harrison. I.S. 2004. *Detecting White Layer In Hard Turned Components Using Non-Destructive Methods*.
- Higgins, R. A. 1999. *Engineering Metallurgy, Part I, Applied Physical. Metallurgy*. Six Edition, Arnold. London.
- Naufal Fansuri. (2012). *Menentukan Koefisien Muai Panjang Logam dengan Cara Memanasinya*. Jurnal Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka,2012.
- Prasetyo Catur Hatta, (2018). *Analisa Pengaruh Heat Treatment Terhadap Kekerasan Material Baja S45C untuk Aplikasi Poros Roda Sepeda Motor*. Universitas Negeri Surabaya.2018.
- Parida, Kumar Asit & Maity , Kalipada (2018). *Comparasion the Machinability of Inconel 718, Inconel 625 and Monel 400 in Hot Turning Operation*. Institute of Technology Delhi Indian 2018.
- Ranganathan S. (2010). *Evaluation of Machining Parameters of Hot Turning of Stainless Steel (Type 316) by Applying ANN and RSM*. Material and Manufacturing Processes India 2010.
- Kirono, Sasi Eri. dkk. (2010). *Analisa Perubahan Dimensi Baja AISI 1045 Setelah Proses Perlakuan Panas (Heat Treatment)*, Universitas Muhammadiyah Jakarta.2010.
- Schonmetz, dan Gruber, A. K. 1985. Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam. Aksara. Bandung.
- Setyawati, Mulyadi, & Winarto. (2010). *Analisa Pengaruh Tegangan Sisa dan Distorsi pada Pengelasan Butt Joint dan T Joint dengan Variasi Tebal Plat*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.2010.
- Singh D.P, Rao V,2007, *Surface Roughness Prediction Model for Hard Turning Process*. International Journal of Advanced Manufacturing. Vol. 32, No.11-12, hal 1115-1124.
- Soejdono. 1978. Pengetahuan Logam I. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.Jakarta.
- Sugiyono. 2014. Statistika Untuk Penelitian. Bandung. AFABETA. CV.
- Suhadi Rudin Prasetyo. 2018. *Optimasi Putaran Spindel, Gerak Makan Dan Sudut Potong Utama Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Hasil Bubut Material ST 42*, Universitas Nusantara PGRI.2018.
- Sumbodo, Wirawan. (2008). Teknik Produksi Mesin Industri Jilid2. Jakarta:Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- Surdia, T dan Saito, S., 1992, “ Pengetahuan bahan teknik”, P.T. Pradnya Paramitha, Jakarta, pp. 135.
- Suwitono Abdul, (2017). *Analisa Pengaruh Hasil Pengelasan Listrik Dan Asetilin Pada Plat Bordes Terhadap Kekuatan Tarik, Kekuatan Lengkung, Impact Dan Struktur Mikro*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.2017.
- Swayatt Behera, (2013). *Finete Element Modelling and Analysis of Hot Turning Operation*. Mechanical Engineering National Institute of Technology Rourkele.2013.
- Tim guru.2012.Modul Teknik Pemesinan 2. Surabaya: SMK Katolik St.Louis.
- Tim Penyusun. 2014. Pedoman Penulisan Skripsi Program Sarjana Strata 1 Universitas Negeri Surabaya. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya
- Tri Wibowo, Bambang. (2006). *Pengaruh Temper Dengan Quenching Media Pendingin Oli Mesran SAE 40 Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Baja ST 60*, Universitas Negeri Semarang.2006.

Widarto. 2008. Teknik Pemesinan Jilid 1 untuk SMK.
Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah
Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional.

Yunaidi, (2016). *Pengaruh Kosentrasi Larutan Garam
Pada Proses Quenching Baja Karbon Sedang
S45C*. Jurnal Mekanika dan Sitem Termal, Vol.
1(3), Desember 2016 : 70-76.

Yusman Fakhri, (2018). *Pengaruh Media Pendingin
pada Proses Quenching Terhadap Kekerasan dan
Struktur Mikro Baja AISI 1045*. Universitas
Lampung,2018.

