



Analisa Kekerasan Logam Dengan Variasi Suhu Karburasi Dan Media Pendingin Pada Proses Quenching

Hesti Istiqlaliyah¹, Iman Saefuloh²

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Nusantara PGRI Kediri, Kediri, Indonesia

² Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten, Indonesia

*Email Penulis: hestiisti@umpkediri.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 30/09/2018
Naskah Direvisi 21/10/2018
Naskah Disetujui 30/10/2018
Naskah Online 31/10/2018

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh penggunaan bahan baku logam yang meningkat di tiap tahunnya. Sementara harga bahan baku logam ini juga mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Hal ini menuntut para pelaku industri untuk lebih kreatif dalam menyelesaikan permasalahan dengan merekayasa bahan baku tanpa merubah kualitas dari bahan itu sendiri. Salah satunya yaitu dengan proses karburasi yang diikuti oleh proses quenching. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari suhu yang optimal pada proses karburasi dan media yang tepat pada proses *quenching*. Variabel bebas pada penelitian ini adalah suhu karburasi dan media pendingin pada proses quenching. Suhu yang digunakan pada proses karburasi adalah 750°C, 800°C dan 850°C. Dan untuk media pendinginnya adalah air, oli bekas dan udara. Penelitian ini menggunakan obyek baja dari jenis *middle carbon* yaitu baja S 45C. specimen uji ini berjumlah Sembilan dengan ukuran 25mm x 25mm x 10mm. Data hasil pengujian kemudian dianalisis dengan menggunakan *metode ANOVA* dan diuji hipotesis. Kesimpulan penelitian ini adalah semua faktor berjalan simultan dan mempengaruhi kekerasan logam, dimana semua nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ dalam uji hipotesis nilai F. Berdasarkan main *effect plot*, kombinasi temperature carburizing 850°C dengan media pendingin oli. Kombinasi ini menghasilkan kekerasan logam 145 kg/mm² dan 148 kg/mm² dengan nilai kekerasan rata-rata 146,5 kg/mm²

Kata kunci : karburasi, kekerasan logam, media pendingin, quenching, suhu

1. Pendahuluan

Kemajuan ilmu pengetahuan membawa pengaruh terhadap perubahan teknologi, terutama teknologi rekayasa. Hal ini dilakukan demi meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Salah satu bentuk peningkatan kualitas ialah rekayasa material bahan. Untuk meningkatkan kualitas atau daya tahan material, dibutuhkan satu proses pengolahan yang tepat kemudian dilanjutkan dengan proses pengujian terhadap material agar diketahui karakternya. Karena dengan mengetahui karakteristik dari satu material, kita tahu metode apa yang akan dilakukan untuk memerlakukan material tersebut, sehingga didapatkan hasil yang sesuai dengan harapan. Salah satu karakter dari logam yang dapat direkayasa adalah sifat kekerasannya.

Untuk meningkatkan kekerasan logam dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan proses

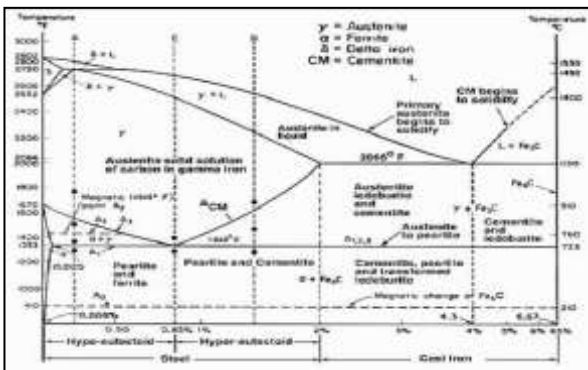
heat treatment dan *chemical treatment* yang diikuti dengan proses *quenching* atau pendinginan dengan cepat (Istiqlaliyah, 2016). Salah satu proses *heat treatment* yang dilakukan adalah proses karburasi, yaitu proses pendifusian karbon kedalam permukaan logam guna memperkeras permukaan logam yang diikuti dengan proses *quenching* atau proses pendinginan cepat dengan menggunakan berbagai media. Media pendingin yang bisa digunakan pada proses *quenching* ini adalah air, oli dan *coolant* (Istiqlaliyah, 2017). Pendinginan cepat dalam proses karburasi bertujuan untuk memperoleh permukaan yang lebih keras akibat perubahan struktur mikro pada permukaan logam yang telah dikarburasi. Dari bermacam-macam struktur mikro, martensit merupakan yang paling keras dan kuat namun paling getas. Proses karburasi ini sendiri biasanya dilakukan pada suhu antara 850°C sampai 950 °C (Iqbal, 2008).

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Quenching

Proses *quenching* atau pendinginan secara cepat adalah satu proses yang dilakukan setelah pemanasan logam hingga mencapai batas austenit. Selanjutnya dengan cepat dilakukan pendinginan dengan mencelupkan baja tersebut ke dalam media pendingin. Pada waktu pendinginan yang cepat fase *austenit* tidak sempat berubah menjadi *ferit* atau perlit karena tidak ada kesempatan bagi atom – atom karbon yang telah larut dalam *austenite* untuk mengadakan pergerakan difusi dan bentuk sementit, oleh karena itu terjadi fase mertensit (fase yang sangat keras) (Widoyono, 2011).

Logam yang digunakan sebagai obyek penelitian ini adalah jenis logam *middle carbon*. Salah satu logam yang tergolong dalam kelompok *middle carbon* ini adalah baja S 45C. Baja S 45C merupakan jenis baja *meddle carbon steel* memiliki kandungan karbon 0,3-0,5% C dengan kandungan karbon memungkinkan untuk mendapat perlakuan panas (*heat treatment*) untuk membentuk struktur mikro nartensit yang keras dan memiliki tingkat kekerasan BHN 160-220 dan dapat dikeraskan lagi. Material S 45C mempunyai komposisi kimia dengan kandungan antara lain: karbon 0,44%, manganese antara 0,57-0,69 Mn, 0,013-0,037%P, 0,033-0,038 %S 0,16-0,20%Si. Sedangkan kandungan kandungan lain dalam jumlah yang cukup kecil dan dapat untuk mempengaruhi sifat mekanis seperti: Cr, Ni, Cu, dan Al (Bawono, 2013).



Gambar 1. Diagram Kesetimbangan Fasa

Pada kandungan karbon mencapai 6.67% terbentuk struktur mikro disebut *sementit* Fe₃C. Sifat-sifat *sementit* sangat keras dan getas. Pada sisi kiri diagram adalah tingkat karbon yang sangat rendah dimana pada suhu ruangan terbentuk struktur mikro *ferit*. Pada baja karbon dengan tingkat 0.83%, struktur yang terbentuk adalah *perlit*. Kondisi suhu dan karbon ini dinamakan titik *eutectoid*. Pada baja dengan kandungan rendah sampai dengan titik *eutectoid* struktur mikro yang terbentuk adalah campuran antara *ferit* dan *perlit*. Pada baja pada titik *eutectoid* sampai kandungan karbon 6.67%, struktur mikro yang terbentuk adalah campuran anatar *perlit* dan *semetit*. Pada saat pendinginan dari suhu leleh pada baja dengan kadar karbon rendah, akan terbentuk struktur mikro *ferrit delta* lalu menjadi

struktur austenite. Sedangkan pada baja karbon tinggi peralihan bentuk dari titik leleh akan langsung menjadi *austenite* (Mulyani, 2017).

Dari berbagai penjelasan yang telah dipaparkan sebelumnya, maka pada penelitian ini dicari berapa suhu karburasi yang optimal yang kemudian dilanjutkan untuk mencari media pendingin yang tepat pada proses *quenching*.

2.2. Karburasi

Proses pengerasan permukaan merupakan salah satu pengerjaan tahap penyelesaian (*finishing*) untuk meningkatkan kualitas produk. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kekerasan di permukaan tetapi juga mempertahankan keuletan di dalam komponen. Sebagai contoh roda gigi, permukaannya harus dikeraskan karena komponen ini kerjanya bersinggungan antara satu dengan yang lainnya. Apabila kekerasan permukaannya rendah, maka permukaan roda gigi akan cepat aus. Oleh karena itu permukaannya harus dikeraskan, sedangkan bagian dalamnya tetap ulet sehingga tidak getas.

Salah satu proses perlakuan panas untuk mengeraskan permukaan logam adalah dengan karburisasi. Karburisasi adalah proses perlakuan panas dengan penambahan kandungan karbon pada permukaan logam. Untuk mendapatkan struktur mikro dan sifat yang diinginkan pada logam tersebut dapat diperoleh melalui proses pemanasan dan pendinginan pada temperatur tertentu. Oleh karena itu untuk mendapatkan kekerasan yang maksimal maka dilakukan pendinginan cepat yaitu dengan media air atau oli.

Kadar karbon yang terdapat pada media karburisasi sangat mempengaruhi hasil dari proses karburisasi, karena kandungan karbon dalam garam akan terurai menjadi CO yang selanjutnya terurai menjadi karbon aktif yang dapat berdifusi masuk ke dalam baja, dan akhirnya akan menaikkan konsentrasi karbon pada permukaan baja, akibatnya kekerasan baja akan meningkat pula. Untuk mendapatkan nilai kekerasan yang tinggi setelah proses karburisasi benda kerja.

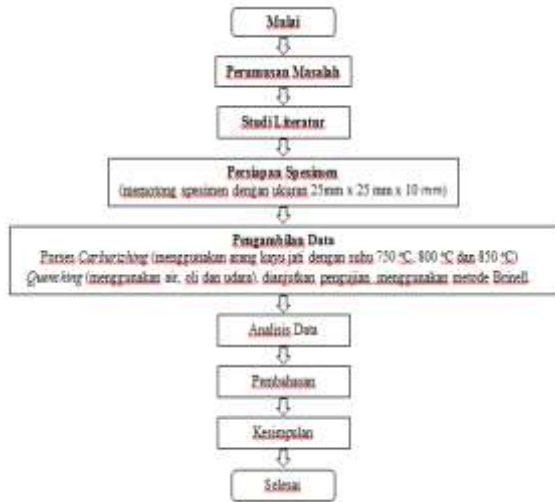
3. Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan baja S 45C sebagai spesimen uji coba. Variabel bebasnya adalah suhu karburasi, yaitu 750°C, 800°C dan 850°C. Dan variabel bebas yang ke dua adalah media pendingin yang digunakan pada prose *quenching* yaitu, berupa air dengan suhu 26 °C, oli bekas dan udara. Spesimen uji dipotong dengan ukuran panjang 25 mm, lebar 25 mm dan tinggi 10 mm dengan total 9 spesimen. Spesimen uji terlebih dahulu dihaluskan permukaannya dengan mesin CNC, kemudian dilakukan proses karburasi dengan menggunakan arang pohon jati dan setelah itu dilakukan proses *quenching*. Setelah spesimen uji dingin, diuji dengan metode brinell untuk mengetahui kekerasannya.

Data yang diperoleh dari hasil pengujian kemudian dianalisis dengan menggunakan metode ANOVA. Dimana sebelum dilakukan analisis, data terlebih dahulu

diuji normalitasnya dan uji homogenitas. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah variabel yang diteliti berdistribusi normal atau tidak. Sedangkan uji homogenitas dilakukan untuk melihat adanya perbedaan varian dari masing-masing data atau tidak. Dengan kata lain jika tidak ada perbedaan varian berarti data dinyatakan homogen tetapi jika ada perbedaan varian maka data tidak homogeny. Selanjutnya dilakukan uji hipotesis untuk membuktikan kebenaran dari hipotesis yang telah dibuat sebelumnya. Hal ini sejalan dengan pendapat Arikunto (2014) yang menyatakan bahwa hipotesis adalah suatu jawaban sementara dalam sebuah penelitian, sampai terbukti melalui data yang terkumpul. Pada penelitian ini ada

Adapun alur pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Alur Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

4.1. Data Hasil Penelitian

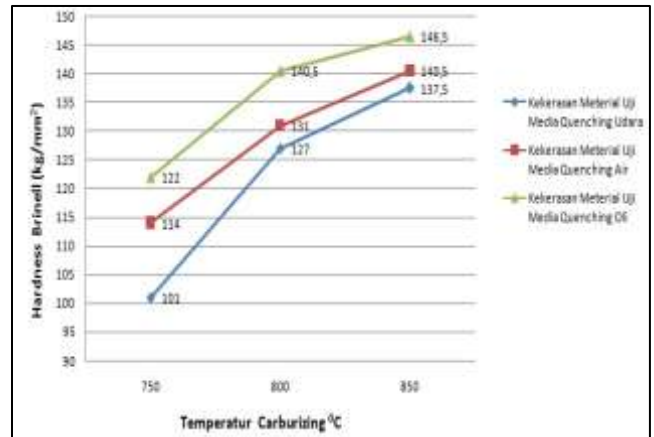
Dari pengujian yang telah dilakukan dengan memvariasikan suhu karburasi dan kemudian dilanjutkan dengan proses *quenching* dengan memvariasikan media pendinginnya, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Data Hasil Pengujian

Variasi Suhu	Media Pendingin	Kekerasan HB (kg/mm ²) Uji		Rata - Rata Kekerasan (kg/mm ²)
		coba 1	coba 2	
750 °C	Udara	100	102	101
800 °C		128	126	127
850 °C		137	138	137,5
750 °C	Air	115	113	114
800 °C		131	132	131,5
850 °C		140	141	140,5
750 °C	Oli	123	121	122
800 °C		140	141	140,5
850 °C		148	145	146,5

Berdasarkan hasil uji kekerasan metode *Brinell test* pada tabel 1, dapat dilihat bahwa nilai kekerasan tertinggi terdapat pada material uji dengan variasi suhu 850 °C yang didinginkan dengan media pendingin oli

dengan nilai kekerasan rata - rata sebesar 146,5 kg/mm². Data tersebut jika disusun dalam sebuah grafik kekerasan rata - rata sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Kekerasan Rata - Rata Material Uji

Berdasarkan pada grafik rata-rata kekerasan material uji, dapat dilihat secara empiris bahwa media pendingin oli mampu mempengaruhi nilai kekerasan material uji lebih besar dari media pendingin air dan udara selama eksperimen.

4.2. Uji Hipotesis

Dalam penelitian ini terdapat hipotesis yang akan diuji kebenarannya, berikut hipotesis tersebut:

- 1) Tidak ada pengaruh variasi suhu karburasi terhadap kekerasan material S 45C (**H₀₁**).
- 2) Tidak ada pengaruh variasi media pendingin (*quenching*) terhadap kekerasan material S 45C (**H₀₂**).

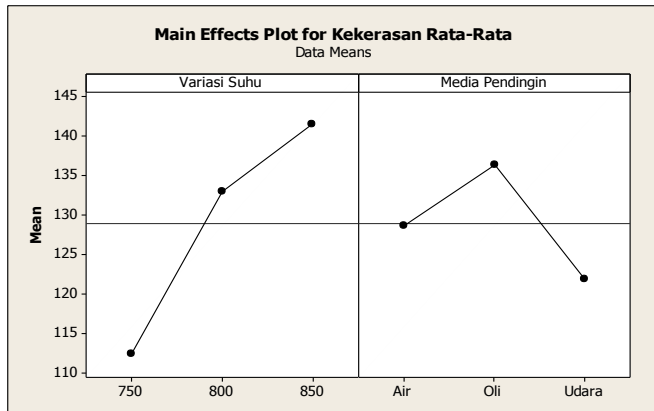
Pertama uji hipotesis ini akan merujuk pada perbandingan nilai F_{hitung} yang dihasilkan analisis variansi dengan F_{tabel} dari tabel distribusi F_{α} 0,05. Perbandingan tersebut mampu direpresentasikan pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Perbandingan Nilai f_{hitung} dan F_{tabel}

Variabel Bebas	F_{hitung}	F_{tabel}	Hasil Uji
Variasi Suhu	59,42	> 4,49	Berpengaruh
Media Pendingin	13,89	> 4,49	Berpengaruh

Berdasarkan tabel 2., F_{hitung} dari variabel variasi suhu lebih besar jika dibandingkan dengan nilai F_{tabel} . Sehingga berdasarkan hasil uji hipotesis nilai F dapat diambil kesimpulan bahwa hipotesis awal khususnya H_{01} ditolak. Sedangkan untuk media pendingin menghasilkan nilai F_{hitung} yang lebih besar dari F_{tabel} dalam tabel. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis awal H_{02} juga ditolak. Artinya dari kedua

variabel itu berpengaruh terhadap tingkat kekerasan baja S 45C. Pengaruh dari dua variabel ini mampu terlihat lebih jelas dalam *main effect plot* berikut.



Gambar 4. *Main Effect Plot* Pengaruh Variabel

4.3. Pembahasan

Merujuk pada hasil analisis data serta pengujian hipotesis penelitian ini dapat diketahui bahwa hipotesis awal H_0 ditolak. Dimana terdapat pengaruh yang diberikan oleh semua variabel bebas yaitu variasi suhu *carburizing* serta media pendingin (*quenching*) terhadap nilai kekerasan material uji S 45C.

Data kekerasan tertinggi pada penelitian ini didapatkan pada nilai 146,5 kg/mm² yang didapatkan dari pengaruh faktor variasi suhu *carburizing* sebesar 850°C serta didinginkan (*quenching*) oleh media pendingin oli. Bila ditinjau dari persen kontribusi, variabel variasi suhu *carburizing* memiliki kontribusi tertinggi yaitu 78,89 %, diikuti variabel media pendingin dengan nilai persentase kontribusi sebesar 18,44 %. Persen kontribusi penelitian ini hanya menghasilkan nilai persentase *error* yang kecil yaitu sebesar 2,67 %.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa faktor variasi suhu *carburizing* mampu mempengaruhi tingkat kekerasan material S 45C dengan kontribusi pengaruh terbesar. Media pendingin (*quenching*) mempengaruhi peningkatan tingkat kekerasan material uji S 45C. hal ini sejalan dengan pendapat Muchammad (2014) yang mengatakan bahwa material logam yang mengalami proses pendinginan (*quenching*) dengan media pendingin fluida cair (seperti air serta oli) mampu lebih meningkatkan nilai kekerasan material logam.

4. Kesimpulan.

Berdasarkan hasil penelitian serta analisis data yang telah dilakukan, maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perlakuan panas yang berbeda (variasi suhu karburasi) yang diterapkan mampu mempengaruhi tingkat kekerasan material uji logam S 45C. Dimana berdasarkan *main effect plot* diketahui bahwa variasi suhu pada temperatur 850 °C mampu menjadi faktor utama dalam menghasilkan tingkat kekerasan material logam yang tinggi. Sedangkan variasi suhu pada temperatur 800 °C menjadi faktor utama kedua yang mampu menghasilkan nilai kekerasan logam

tertinggi. Lalu variasi suhu pada temperatur 750 °C menjadi faktor dengan peran paling kecil dalam menghasilkan nilai kekerasan material uji S 45C.

2. Berdasarkan *main effect plot*, media pendingin oli mampu berperan sebagai faktor utama yang mempengaruhi tingkat kekerasan material S 45C, sedangkan media pendingin air menjadi faktor kedua yang mampu menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi. Lalu media pendingin udara menjadi faktor dengan peran yang paling kecil dalam menghasilkan kekerasan material uji S 45C.

5. Daftar Pustaka

- Arikunto, Suharsimi, (2014), *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Bawono, (2013), *Optimalisasi sifat-sifat Mekanik Material S45C*, Program Studi Teknik Industry, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta
- Istiqbal, Hesti, (2016), pengaruh Variasi Media Karburasi Terhadap Kekerasan Dan Kedalaman Difusi Karbon Pada Baja ST 42, *SENIATI, ISSN: 2085-4218*, Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Iqbal, Muhammad, (2008), Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis Pada Proses Pengkabonan Padat Baja Karbon Rendah, *SMARTek*, Vol. 6 No. 2, 104-112.
- Muchammad, Bara, (2014), *Teknologi Material*, Politeknik Negeri Madura, Madura.
- Mulyani, Rini, (2017), *Diagram Fasa*, <https://www.scribd.com/document/347576427/Makalah-Diagram-Fasa>, diakses tanggal 2 Juni 2018
- Widoyono, Edi, (2011), *Teori dan Praktikum Ilmu Bahan*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.