

IDENTIFIKASI TINGKAT KEKERASAN PADUAN Al-Si YANG DI- QUENCHING DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN DAN WAKTU PENCELUPAN

Oleh:

Yuli Cahyo Pamungkas, Wahono, Prihanto Trihutomo
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang
Email: yuca_koci@yahoo.co.id

Abstrak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kekerasan paduan Al-Si yang di-
quench menggunakan media pendingin variasi campuran air-oli Mesran SAE 40, air-oli Mesran
SAE 50, dan Oli Mesran SAE 40-SAE 50 dengan variasi waktu pencelupan. Penelitian ini
merupakan penelitian eksperimental dengan jenis kuantitatif yang datanya dianalisis dengan
statistik deskriptif dan divisualisasikan dengan grafik. Temuan penelitian ini adalah sebagai
berikut: (1) Tingkat kekerasan Al-Si pada proses quenching menggunakan media pendingin
campuran 90% oli Mesran SAE 40 dan perbandingan 10% air dengan lama pencelupan 5 menit,
10 menit, dan 15 menit, masing-masing 57,54 V, 58,01 HV, dan 58,15 HV, (2) tingkat kekerasan
Al-Si pada proses quenching menggunakan media menggunakan pendingin campuran 10% oli
Mesran SAE 50 dan perbandingan 90% air dengan lama pencelupan 5 menit, 10 menit, dan 15
menit, masing-masing 57,61 HV, 58,03 HV, dan 58,25 HV, dan (3) tingkat kekerasan Al-Si pada
proses quenching menggunakan media menggunakan pendingin campuran 50% oli Mesran SAE 50
dan perbandingan 50% oli Mesran SAE 40 dengan lama pencelupan 5 menit, 10 menit, dan 15
menit, masing-masing 57,71 HV, 58,18 HV, dan 58,28 HV.

Kata Kunci: paduan Al-Si, quenching, media pendingin, waktu pencelupan

Salah satu jenis logam *non ferrous* yang banyak digunakan di segala bidang adalah aluminium. Aluminium digunakan di bidang industri transportasi seperti: bahan bodi pesawat terbang, blok mesin pada mobil /sepeda motor, dan juga velg ban mobil. Sebagai alat rumah tangga aluminium banyak digunakan untuk alat-alat dapur seperti panci, wajan, ceret dan sebagainya. Untuk alat listrik juga digunakan untuk bahan kabel listrik jaringan tiang.

Sifat-sifat penting yang dimiliki aluminium sehingga banyak digunakan sebagai material teknik adalah: berat jenisnya ringan (hanya 2,7 gr/cm³, sedangkan besi ± 8,1 gr/ cm³), tahan korosi, penghantar listrik dan panas yang baik,

mudah difabrikasi/ dibentuk, kekuatannya rendah tetapi pepaduan (*alloying*) kekuatannya bisa ditingkatkan. Selain itu aluminium juga memiliki kekuatan tarik kurang lebih 100 N/mm² (Surdia dan Kenji, 1980). Oleh karena beberapa kelebihan tersebut, aluminium banyak digunakan dalam berbagai industri. Beberapa industri yang menggunakan aluminium adalah bagian dari komponen-komponen pesawat udara, kapal laut, teknik mobil dan bangunan karoseri. Selain itu, karena massa jenisnya rendah aluminium juga menjadi pilihan utama dalam bidang listrik, bangunan mesin (Beumer, 1985: 120).

Sifat tahan korosi dari aluminium diperoleh karena terbentuknya lapisan

aluminium oksida (Al_2O_3) pada permukaan aluminium. Lapisan ini membuat Al tahan korosi tetapi sekaligus sukar dilas, karena perbedaan melting point (titik lebur). Aluminium umumnya melebur pada temperature $\pm 660^\circ C$ dan aluminium oksida melebur pada temperatur $1800^\circ C$ (Surdia dan Chijiwa, 1980).

Kekuatan dan kekerasan aluminium tidak begitu tinggi. Namun, melalui pepaduan dan *heat treatment* dapat ditingkatkan kekuatan dan kekerasannya. Aluminium komersil selalu mengandung ketidakmurnian $\pm 0,8\%$ biasanya berupa besi, silikon, tembaga dan magnesium.

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil kekerasan dalam perlakuan panas antara lain; komposisi kimia, langkah perlakuan panas, cairan pendingin, temperatur pemanasan, dan lain-lain. Dari sekian faktor yang berpengaruh pada hasil kekerasan perlakuan panas, faktor media pendingin logam aluminium yang akan dibahas lebih mendalam pada penelitian ini.

Dari hasil penelitian oleh Fardiaz (2013) tentang waktu pencelupan nitrogen cair untuk meningkatkan kekerasan baja dan besi cor. Pada penelitian ini spesimen dilakukan pencelupan ke media pendingin, kekerasan diukur pada 5 menit pertama setelah pencelupan awal, kekerasan diukur pada interval waktu yang lebih lama dengan waktu pencelupan total 60 menit. Pada baja menit awal diperoleh kekerasan sebesar 56 HRC, menit berikutnya diperoleh 57 HRC. Setelah 5 menit diperoleh kekerasan 57 HRC. Pada menit 10, 20 40, dan 60 berturut-turut diperoleh kekerasan sebesar 58 HRC, 59 HRC, 60 HRC, 61 HRC. Pada besi cor menit awal diperoleh kekerasan sebesar 61 HRC, menit berikutnya diperoleh 63 HRC. Setelah 5 menit diperoleh

kekerasan 62 HRC. Pada menit 10, 20 40, dan 60 berturut-turut diperoleh kekerasan sebesar 63 HRC, 64 HRC, 66 HRC, 66 HRC. Dapat disimpulkan berdasarkan pada hasil penelitian ini didapatkan bahwa waktu pencelupan pada media nitrogen cair dapat meningkatkan kekerasan dari baja dan besi cor.

Dari hasil penelitian Rizal (2005) tentang pengaruh Oli (NaCl) dalam media pendingin terhadap kekerasan pada proses pengerasan baja V-155. Pada penelitian ini digunakan perbandingan Oli dalam media pendingin sebesar 9%, 16%, 23%. Dari hasil percobaan yang dilakukan tingkat kekerasan yang dihasilkan berbeda yaitu 9%, 16%, 23% adalah 49,67 HRC, 51,11 HRC, dan 53,33 HRC.

Mengingat permintaan pasar yang terus menuntut bahan yang lebih kuat dan keras, maka perlu kiranya diadakan penelitian terhadap pengaruh waktu pencelupan dan perbandingan Mesran SAE 40 dengan Oli Mesran SAE 50 pada proses *quenching* terhadap tingkat kekerasan logam Al-Si, agar dapat menghasilkan logam yang lebih keras dan kuat untuk memenuhi permintaan pasar. Diharapkan nantinya akan diperoleh waktu pencelupan dan perbandingan Mesran SAE 40 dengan Oli Mesran SAE 50 yang sesuai untuk dapat menghasilkan aluminium lebih kuat dan keras.

METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen. Menurut Sugiono (2011:72) penelitian eksperimen adalah penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali. Besaran indikator menggunakan kuantitatif, karena besaran

indikator diekspresikan dalam bentuk angka-angka. Analisis data yang digunakan adalah statistik deskriptif dengan teknik rerata, karena penelitian ini hanya mendeskripsikan tingkat kekerasan paduan Al-Si sebelum dan setelah mengalami perlakuan *quenching* dengan variasi media pendingin dan waktu pencelupan. Untuk memperjelas, maka disajikan visualisasi dalam bentuk tabel dan grafik.

Objek penelitian pada eksperimen ini adalah logam Al-Si. Logam Al-Si yang akan menjadi objek penelitian pada eksperimen ini akan mengalami sembilan proses *quenching*. Kesembilan proses *quenching* tersebut ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 1. Proses *Quenching* Pada Logam Al-Si

WAKTU PENCELUPAN	MEDIA PENDINGIN		
	Campuran 10% air dan 90% oli Mesran SAE 40	Campuran 10% Oli Mesran SAE 50 dan Perbandingan 90% Air	Campuran 50% Oli Mesran SAE 50 dan 50% Oli Mesran SAE 40
5 menit	X	X	X
10 menit	X	X	X
15 menit	X	X	X

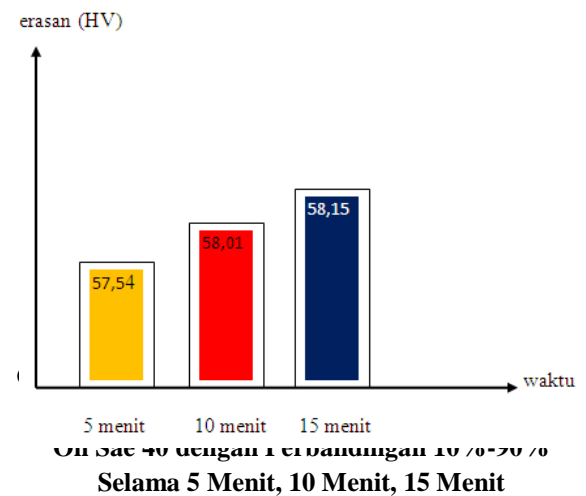
Setiap proses *quenching* tersebut diatas akan memiliki tiga buah spesimen, sehingga jumlah total dari spesimen yang akan diuji ada sebanyak 27 spesimen. Selain itu juga ada satu buah spesimen yang akan menjadi spesimen kontrol pada penelitian ini, yaitu aluminium Al-Si tanpa proses *quenching*. Jadi, spesimen tanpa proses *quenching* ini akan menjadi pembandingan terhadap kesembilan proses *quenching* diatas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dikelompokkan dalam tiga kelompok sesuai perlakuannya, yakni:

Pengaruh *Quenching* Menggunakan Air-Oli Sae 40 dengan Perbandingan 10%-90% Selama 5 Menit, 10 Menit, 15 Menit terhadap kekerasan Al-Si

Pengaruh *quenching* menggunakan air-oli SAE 40 dengan perbandingan 10%-90% lama pencelupan 5 menit, 10 menit, 15 menit terhadap kekerasan Al-Si digambarkan dengan grafik pada gambar 1 berikut:



Gambar 2 tersebut mengindikasikan, bahwa lama pencelupan dalam proses *quenching* yang menggunakan campuran media pendingin 90% air dan 10% oli Mesran SAE 40 berpengaruh terhadap tingkat kekerasan paduan Al-Si. Pengaruh tersebut tampak dari kecenderungan tingkat kekerasan yang meningkat, yakni 57,54 HV untuk lama pencelupan 5 menit, 58,01 HV untuk lama pencelupan 10 menit, dan 58,15 HV untuk lama pencelupan 15 menit.

Peningkatan kekerasan ini tidak diakibatkan oleh perubahan struktur semata, tetapi akibat pengecilan ukuran butir. Presipitasi yang kurang jenuh mungkin berpengaruh terhadap penambahan kekerasan ini. Penghalusan ukuran butir akan mengakibatkan atom-atom pada batas butir menjadi acak. Dalam teori dislokasi

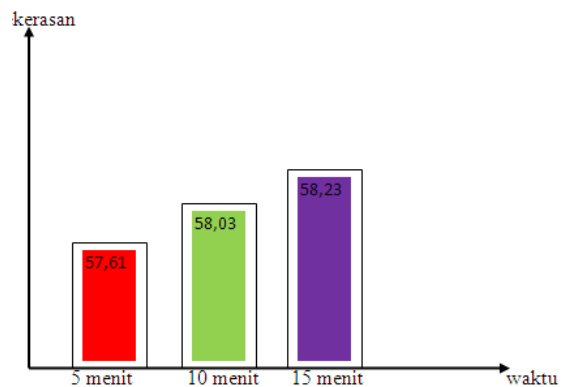
letakatom yang acak tersebut akan menyebabkan terjadinya locking, sehingga menghambat dilokasi. Pada ilirannya akan menghambat erjadinya slip (Vlack, 1982) /

Hal tersebut sesuai dengan penelitian oleh Thompson (1992) tentang waktu pencelupan nitrogen cair untuk meningkatkan kekerasan baja dan besi cor. Pada penelitian ini spesimen dilakukan pencelupan ke media pendingin, kekerasan diukur pada 5 menit pertama setelah pencelupan awal, kekerasan diukur pada interval waktu yang lebih lama dengan waktu pencelupan total 60 menit. Pada baja menit awal diperoleh kekerasan sebesar 56 HRC, menit berikutnya diperoleh 57 HRC. Setelah 5 menit diperoleh kekerasan 57 HRC. Pada menit 10, 20 40, dan 60 berturut-turut diperoleh kekerasan sebesar 58 HRC, 59 HRC, 60 HRC, 61 HRC. Pada besi cor menit awal diperoleh kekerasan sebesar 61 HRC, menit berikutnya diperoleh 63 HRC. Setelah 5 menit diperoleh kekerasan 62 HRC. Pada menit 10, 20 40, dan 60 berturut-turut diperoleh kekerasan sebesar 63 HRC, 64 HRC, 66 HRC, 66 HRC. Dapat disimpulkan berdasarkan pada hasil penelitian ini didapatkan bahwa waktu pencelupan pada media nitrogen cair dapat meningkatkan kekerasan dari baja dan besi cor.

Pengaruh *Quenching* Menggunakan Media Penggunaan Pendingin Campuran 10% Oli Mesran SAE 50 dan Perbandingan 90% Air dengan Lama Pencelupan 5 Menit, 10 Menit, dan 15 Menit terhadap Kekerasan Al-Si

Pengaruh *quenching* menggunakan media penggunaan pendingin campuran 10% oli Mesran SAE 50 dan 90% air dengan lama pencelupan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit terhadap kekerasan Al-Si

digambarkan dengan grafik pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik Rata-rata Tingkat Kekerasan Aluminium Al-Si Setelah Di Quenching dengan Air-Oli Sae 50 dengan Perbandingan 10%-90% Selama 5 Menit, 10 Menit, 15 Menit

Gambar 2 tersebut mengindikasikan, bahwa lama pencelupan dalam proses quenching yang menggunakan campuran media pendingin 90% air dan 10% oli Mesran SAE 50 berpengaruh terhadap tingkat kekerasan paduan Al-Si. Pengaruh tersebut tampak dari kecenderungan tingkat kekerasan yang meningkat, yakni 57,61 HV untuk lama pencelupan 5 menit, 58,03 HV untuk lama pencelupan 10 menit, dan 58,23 HV untuk lama pencelupan 15 menit.

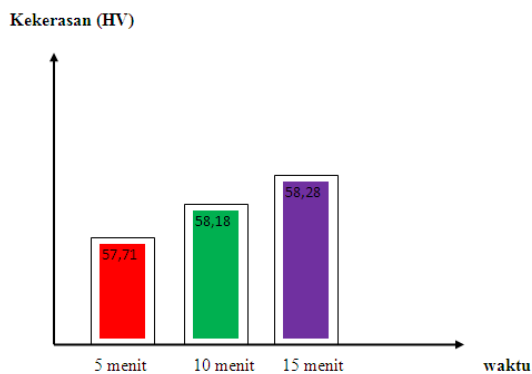
Peningkatan kekerasan ini juga diakibatkan oleh pengecilan uuran butir. Presipitasi yang kurang jenuh mungkin juga berpengaruh terhadap penambahan kekerasan ini. Penghulusan kuran butir akan mengakibatkan atom-atom pada batas butir menjadi acak. Dalam teori dislokasi tata letakatom yang acak tersebut akan menyebabkan terjadinya locking, sehingga menghambat dilokasi. Pada ilirannya akan menghambat erjadinya slip (Vlack, 1982).

Jika dilihat dari perubahan tingkat kekerasan pada gambar 1 dan 2, tampaknya tidak berbeda. Hal ini disebabkan oleh viskositas dan kemampuan laju pendinginan

oli sama atau hampir sama, yakni 50 hingga 100°C per detik (Zakarov, 1962).

Pengaruh Waktu pada Proses Quenching Menggunakan Campuran 50% Mesran Sae 40 dan 50% Oli Sae 50 dengan Lama Pencelupan 5 Menit, 10 Menit, 15 Menit

Pengaruh waktu pada proses *quenching* menggunakan campuran 50% Mesran SAE 40 dan 50% oli Mesran SAE 50 dengan lama pencelupan 5 menit, 10 menit,



Gambar 3. Grafik Rata-Ratatingkat Kekerasan Aluminium Al-Si setelah Di *Quenching* dengan Media Pendingin 50% Oli Mesran SAE40 -50% Oli Mesran SAE 50 yang Dichelup Selama 5 Menit, 10 Menit, 15 Menit

Berdasarkan diagram batang pada gambar 3 diatas terjadi kecenderungan kenaikan nilai kekerasan pada logam Al-Si seiring dengan adanya pertambahan waktu pencelupan serta pertambahan jumlah atau kadar yang terlarut dalam media pendingin oli. Tingkat kekerasan tersebut masing masing 57,71 HV untuk lama pencelupan 5 menit, 58,18 HV untuk lama pencelupan 10 menit, dan 58,28 HV untuk lama pencelupan 15 menit.

Penambahan kekerasan tersebut diduga tidak signifikan. Penambahan kekerasan tersebut merupakan selisih pengaruh penambahan kekerasan yang diakibatkan oleh terjadinya penghalusan butir dengan

pengurangan kekerasan akibat terbentuknya larutan padat lewat jenuh (*super saturated solid solution*) yang lazim disingkat SSSS (Vlack, 1982). Mungkin lama pencelupan tersebut juga identik dengan lama penuaan (*aging*) yang dapat mengakibatkan terjadinya penambahan kekerasan. Penambahan kekerasan tersebut diakibatkan oleh terjadinya migrasi atom Si ke batas butir.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan kajian tentang identifikasi tingkat kekerasan paduan Al-Si yang di-*quenching* dengan variasi media pendingin dan waktu pencelupan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: (1) Tingkat kekerasan Al-Si pada proses *quenching* menggunakan media pendingin campuran 90% oli Mesran SAE 40 dan perbandingan 10% air dengan lama pencelupan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit, masing-masing 57,54 V, 58,01 HV, dan 58,15 HV, (2) tingkat kekerasan Al-Si pada proses *quenching* menggunakan media penggunaan pendingin campuran 10% oli Mesran SAE 50 dan perbandingan 90% air dengan lama pencelupan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit, masing-masing 57,61 HV, 58,03 HV, dan 58,25 HV, dan (3) tingkat kekerasan Al-Si pada proses *quenching* menggunakan media penggunaan pendingin campuran 50% oli Mesran SAE 50 dan perbandingan 50% oli Mesran SAE 40 dengan lama pencelupan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit, masing-masing 57,71 HV, 58,18 HV, dan 58,28 HV.

Saran

Berdasarkan temuan penelitian ini, maka dapat direkomendasikan sebagai berikut: (1) Perlu adanya tindak lanjut untuk

penelitian berikutnya dengan berbagai variasi waktu pencelupan yang penulis belum lakukan. Misalnya variasi dengan waktu yang lebih lama, (2) penggunaan media pendingin dalam bentuk campuran oli-air tampaknya tidak berbeda dengan oli tanpa campuran, sehingga penggunaan oli tanpa campuran direkomendasikan, (3) Waktu pencelupan identik dengan waktu

aging, sehingga lama waktu pencelupan akan menyebabkan penambahan kekerasan yang lebih besar, sehingga bagi praktisi logam disarankan untuk menambah waktu pencelupan yang lebih lama agar terjadi pengerasan presipitasi, dan (4) bagi peneliti perlu dilakukan kajian untuk mengetahui batas kejenuhan pengerasan aging dalam kaitanya dengan paduan Al-Si.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM hand book. 1990. *Properties and Selection NonFerro Alloy and Special-Purpose*. Vol. 2. Ohio: ASM
- ASTM. 2002. *Annual Book of ASTM Standard 2002*. West Conshohoken: ASTM
- Beumer, BJM. 1978. *Ilmu Bahan Logam. Tejemahan Anwir dan Matondang*. 1985. Jakarta: Bhratara
- Fardiaz, Dinov. 2013. *Pengaruh Variasi Media Pendingin terhadap Kekersan dan Struktur Mikro Hasil Remelting Al-Si berbasis Limbah Bekas Piston Bekas dengan Perlakuan Degassing*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Haizi, Ye. 2002. *An Overview of The Development of Al-Si Alloy Based Material for Engine Aplication*: ASM International
- JIS. 1979. *JIS Handbook 1979 Ferrous Materials and Metallurgy*. Tokyo: JSA
- Kalpakjian, Sarope. 1991. *Manufacturing Process for Engineering Materials. Second ed*. USA: Eddison-Wesley Publishing Inc.
- Lakhtin. Y. 1952. *Engineering Physucal Metallurgy*. Second ed. Moscow. Mir Publisher
- Surdia, Tata dan Chijiwa, Kenji. 1980. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya paramita
- Zakarov, B. 1962. *Heat-Treatment of Metals. First Ed*. Moscow: Peace Publisher.