

IDENTIFIKASI KOMPOSISI DAN KEKERASAN BAJA KARBON RENDAH HASIL PROSES CYANIDING DENGAN VARIASI LAMA Pengerasan DAN MEDIA Pendingin

Jumiadi*

Abstraksi

Cyaniding merupakan salah satu proses pengerasan permukaan pada sebuah logam yang merupakan suatu pengerjaan tahap penyelesaian (*finishing*) untuk meningkatkan kekerasan permukaan. Sebagai bahan penelitian digunakan baja karbon rendah. Pada penelitian ini akan dilihat bagaimana pengaruh *cyaniding* berdasarkan variasi lama pengerasan dan media pendingin. Variasi lama pengerasan yang dipakai adalah 30, 35, 40 dan 45 menit. Media pendingin yaitu oli SAE 40 dan air. Pengujian menunjukkan bahwa dengan variasi lama dan media pendingin, maka akan mengalami perubahan komposisi dan kekerasan. Perubahan unsur karbon menjadi 0,31% dari 0,08% pada lama pengerasan 45 menit dengan media pendingin oli SAE 40 dan 0,35% dari 0,08% dengan media pendingin air. Adapun kekerasan menjadi 225 BHN dari 180 BHN pada lama pengerasan 45 menit dengan media pendingin oli SAE 40 dan 279 BHN dari 180 BHN dengan media pendingin air.

Kata Kunci : *Cyaniding*, Lama Pengerasan, Media Pendingin

PENDAHULUAN

Melihat betapa besarnya kegunaan logam dalam era sekarang ini, maka diperlukan suatu proses yang berguna untuk melindungi daripada permukaan yaitu dengan cara pengerasan permukaan (*case hardening*). Proses pengerasan permukaan merupakan salah satu pengerjaan tahap penyelesaian (*finishing*) untuk meningkatkan kualitas produk. Penggunaan proses pengerasan permukaan lebih banyak berkaitan dengan kebutuhan rutin dari suatu komponen yang perlu diperbaiki disebabkan oleh keausan. Selama ini sering dijumpai komponen yang mengalami gesekan terus-menerus dalam fungsi kerjanya, sehingga mengalami keausan. Contoh komponen tersebut antara lain roda gigi, piston, dan poros. Pada roda gigi misalnya harus dikeraskan permukaannya karena perkakas ini kerjanya adalah saling bersinggungan antara satu dengan yang lainnya, sehingga apabila kondisinya lunak akan mudah rapuh. Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan proses pengerasan permukaan (*case hardening*) pada komponen. Untuk penggunaan tertentu bahan harus keras pada sisi permukaan luarnya dan tetap ulet pada sisi bagian dalamnya dan sebagainya. Oleh sebab itu maka kadang-kadang baja diinginkan hanya keras pada permukaannya saja sedang inti atau bagian dalamnya tetap ulet. Untuk mendapatkan kombinasi sifat-sifat tersebut maka bahan perlu di *treatment* terlebih dahulu untuk memperoleh sifat yang diinginkan.

Beberapa alternatif pilihan *treatment* yang biasa dipakai untuk memperoleh sifat-sifat yang dijelaskan di atas antara lain adalah, pengerasan permukaan *cyaniding*, *carburising*, *nitriding* dan lainnya. Untuk jenis pengerasan permukaan yang pertama penulis sebutkan, maka pada penelitian

* Dosen Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang

ini penulis mencoba melihat bagaimana pengaruh *cyaniding* berdasarkan variasi waktu penerasan dan media pendingin pada baja carbon rendah ditinjau dari struktur mikro dan sifat kekerasannya.

KAJIAN PUSTAKA

Pengerasan Permukaan (*Case Hardening*)

Pengerasan permukaan adalah perlakuan panas untuk mendapatkan kekerasan yang tinggi pada permukaan sehingga permukaannya tahan aus, dan bagian dalamnya tetap sehingga memiliki ketangguhan yang tinggi juga tahan terhadap kelelahan. Pada prinsipnya pengerasan permukaan adalah memberikan kesempatan unsur karbon C untuk berdifusi dengan bagian permukaan baja yang dikeraskan sehingga bagian permukaan baja kaya dengan unsur karbon C, sedangkan bagian dalamnya tetap. Pengerasan permukaan sering dilakukan pada komponen yang membutuhkan sifat tahan aus dan tangguh, contohnya roda gigi, poros, piston, *die*, cangkul, dan lain-lain.

Pengaruh Karbon dan Nitrogen dalam Baja

Karbon dan nitrogen bertindak sebagai potensial austenit yang artinya akan memperluas daerah austenit. Pada struktur kristal besi α dan besi γ , atom-atom karbon dan nitrogen masuk kedalam celah antara atom-atom besi dalam posisi intertisi. Fasa-fasa yang terjadi antara besi dan karbon mempengaruhi sifat mekanis baja. Besi α (ferit) bersifat ulet dan lunak sedangkan karbida sermentit merupakan struktur yang rapuh. Karbon mengendalikan kekerasan martensit yang berarti menentukan kekerasan maksimum yang dapat dicapai oleh suatu baja setelah mengalami pengerasan melalui proses laku panas.

Nitrogen dikenal juga sebagai unsur untuk menstabilkan austenit. Oleh karena itu tidak diinginkan jumlah yang terlalu banyak di dalam baja karena dapat meningkatkan jumlah austenit sisa yang tidak diinginkan pada baja-baja yang dikeraskan. Pengaruh yang utama adalah nitrogen dapat meningkatkan mampu pengerasan baja karena akan menurunkan laju pendinginan kritis (*critical cooling rate*) baja tersebut.

Cyaniding

Cianidisasi (*cyaniding*) adalah suatu proses pengkayaan lapisan permukaan suatu benda kerja dengan karbon (C) dan nitrogen (N) melalui perlakuan termokimia (Bell, 1985). Kalau pada *carburising* kulit diperkaya dengan karbon, maka pada *cyaniding* kulit diperkaya dengan karbon dan nitrogen. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan garam cyanida yang dicairkan (*cyaniding*). Dibandingkan dengan *carbunising*, temperatur pemanasannya lebih rendah, antara 760°-870° C dan lamanya pemanasan juga lebih singkat, dan karenanya tebal kulit lebih tipis, hanya sampai 0,010".

Pada *cyaniding*, perbandingan banyaknya karbon dengan nitrogen yang terdapat pada kulit tergantung pada komposisi garam yang digunakan dan pada temperatur pemanasannya. Temperatur pemanasan ini memegang peranan lebih penting, kadar nitrogen akan lebih tinggi bila temperatur pemanasan lebih rendah. Biasanya kadar karbonnya lebih rendah dari yang dihasilkan dengan cara

carburising, yaitu antara 0,5-0,8%. Disamping itu pada kulit juga akan terdapat 0,5% N yang akan menyebabkan kulit akan menjadi sangat keras (sesudah di-*quench*) walaupun kadar karbonnya relatif lebih rendah.

Proses perlakuan panas yang dilakukan terhadap spesimen, terdiri dari tiga tahap proses:

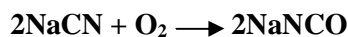
Heating

Yaitu suatu tahap proses memanaskan specimen di dalam dapur hingga mencapai temperatur 822⁰C. Proses ini bertujuan untuk merubah struktur pearlit hingga menjadi austenit hingga menjadi austenit seluruhnya, dimana struktur austenit yang sempurna diperlukan untuk tahap proses selanjtnya.

Holding

Yaitu suatu tahapan proses mempertahankan temperatur pemanasan di dalam dapur yang bertujuan untuk mendapatkan temperatur yang sama antara lapisan permukaan spesimen dengan lapisan bagian dalam (inti). Tahap *holding* pada proses *cyaniding* dilakukan selama 6 (enam) menit dengan media karburisator garam cyanide, pada tahap ini kandungan unsur karbon garam cyanide terdiffusi, sehingga lapisan permukaan spesimen akan memiliki komposisi kandungan karbon lebih tinggi daripada bagian inti sehingga diharapkan pada bagian inti spesimen bersifat tetap ulet. Sedang lama waktu penahanan (*holding*) berpengaruh terhadap terbentuknya tebal lapisan permukaan yang dikeraskan. Adapaun komposisi kimia daripada garam cyanide yang digunakan sebagai karburisator pada tahap holding adalah sodium cyanide 30%, sodium carbonate 40% dan sodium klorida 30% , dengan titik leburnya sekitar 160⁰ C. Karena temperatur yang cukup tinggi, garam cyanida akan mencair dan bereaksi dengan udara menjadi sodium cyanide, yang selanjutnya akan bereaksi menjadi karbon monoksida dan atom nitrogen aktif.

Reaksinya :

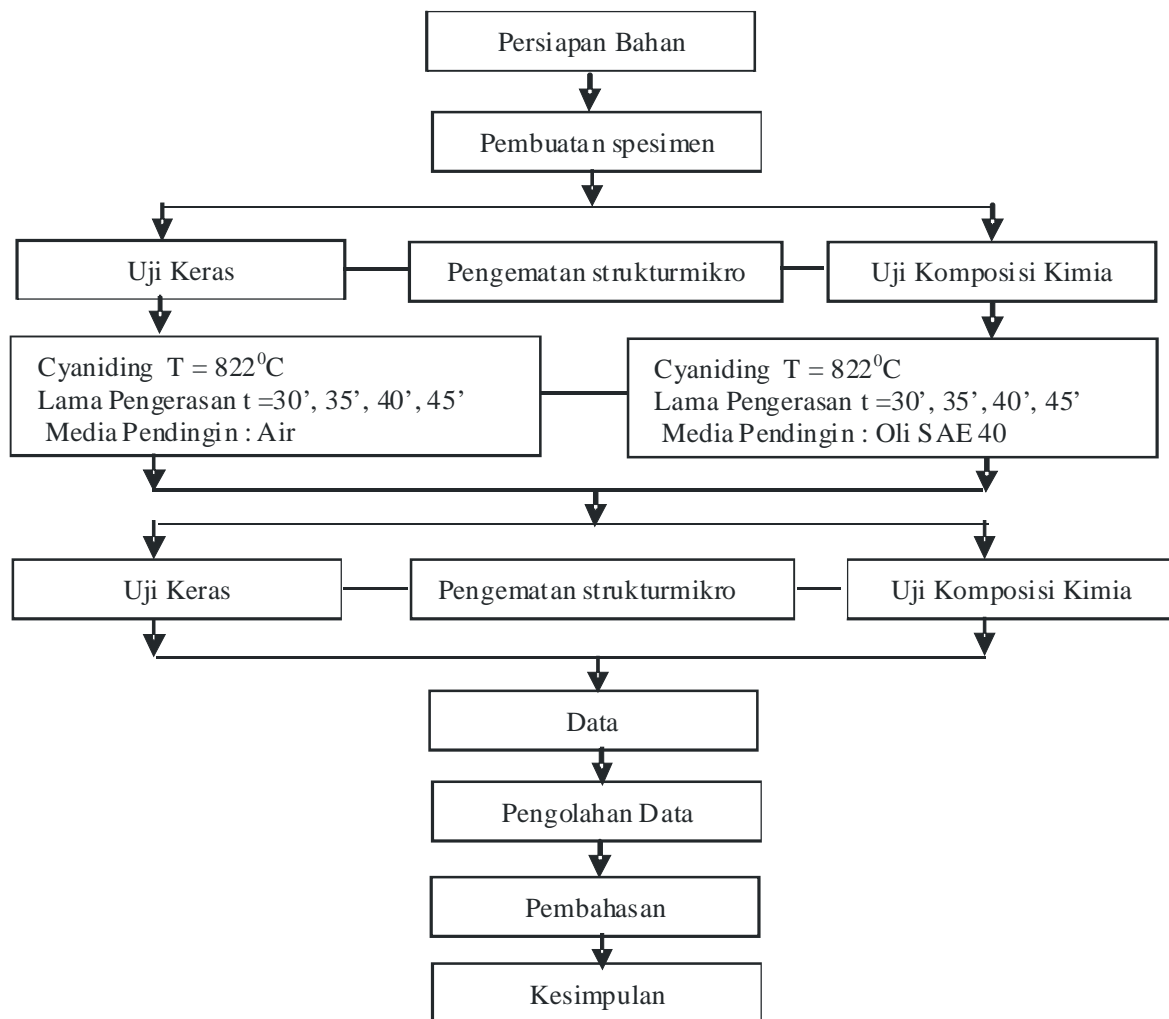


Cooling

Yaitu suatu tahap pendinginan logam atau spesimen dengan tujuan untuk mendapatkan struktur akhir logam yang dikehendaki. Tahap *cooling* merupakan tahap pengendali proses laku panas untuk mendapatkan struktur martensite yang keras pada permukaan kikir. Sebagai media pendingin dipakai larutan garam dapur (NaCl) dengan komposisi 10% garam, serta temperatur media pendingin dipertahankan pada 18⁰ C. Alasan sebagai media pendingin dipakai larutan garam dapur (NaCl) :

METODOLOGI

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Skema Diagram Alir Penelitian

Prosedur Penelitian

Bahan

Bahan yang digunakan untuk percobaan adalah plat baja jenis baja karbon rendah dengan komposisi kimia seperti pada tabel 1 berbentuk balok dengan ukuran 50x50x1 mm.

Alat yang digunakan

- Kotak sementasi : digunakan untuk meletakkan spesimen pada saat proses *cyaniding*.
- Dapur : dapur yang digunakan adalah dapur listrik.
- Tangki pendinginan dengan menggunakan media oli SAE 40 dan air yang disirkulasikan.

Langkah-langkah percobaan

- Pembuatan specimen : specimen yang telah dibuat dibersihkan permukaannya.

- b. Pengujian tahap I (sebelum proses *cyaniding*) meliputi : pengujian komposisi, uji kekerasan dan uji struktur.
- c. Pembenaan specimen : specimen yang telah dibuat dibenamkan dalam garam cyanida yaitu 30% NaCN (Natrium Cyanida), 40% Na₂CO₃ (Natrium Carbonat), 30% NaCl (Natrium chlorida) pada kotak sementasi. Diusahakan specimen terbungkus merata oleh garam cyanida, agar diperoleh difusi atom karbon yang merata.
- d. Masukkan specimen dalam kotak sementasi ke dalam dapur dan dilakukan proses pemanasan pada temperatur 822^oC
- e. Di lakukan proses pengerasan (*holding*) denan variasi waktu 30 menit, 35 menit, 40 menit dan 45 menit
- f. *Quench* specimen ke dalam oli atau air.
- g. Pengujian tahap II (sesudah proses *cyaniding*) meliputi uji struktur, uji kekerasan dan uji komposisi.
- h. Bandingkan hasil pengujian tahap I dengan pengujian tahap II.
- i. Lakukan analisa dan pembahasan dari data yang diperoleh.
- j. Lakukan kesimpulan untuk mendapatkan jawaban yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Komposisi

Dari hasil pengujian komposisi sebelum dan sesudah proses *cyaniding* dengan media pendingin oli SAE 40 diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Komposisi Sebelum dan Setelah Proses *Cyaniding* Dengan Media Pendingin Oli SAE 40

Nama Unsur	Simbol	Tanpa Pengerasan	Waktu Pengerasan (menit)			
			30 menit	35 menit	40 menit	45 menit
Kandungan Unsur (%)						
Besi	Fe	99,30	99,14	99,30	99,19	99,30
Karbon	C	0,08	0,09	0,11	0,21	0,31
Silikon	Si	0,02	0,03	0,05	0,07	0,08
Mangan	Mn	0,44	0,46	0,44	0,45	0,44
Kromium	Cr	0,075	0,076	0,075	0,067	0,075
Sulphur	S	0,025	0,027	0,025	0,024	0,025
Phosfor	P	0,010	0,032	0,010	0,028	0,010
Tembaga	Cu	0,004	0,005	0,000	0,004	0,000
Magnesium	Mg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nikel	Ni	0,038	0,077	0,038	0,073	0,038
Molibdenium	Mo	0,006	0,000	0,006	0,000	0,006
Aluminium	Al	0,015	0,000	0,015	0,000	0,015

Dari hasil pengujian komposisi sebelum dan sesudah proses *cyaniding* dengan media pendingin air diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Komposisi Sebelum dan Sesudah Proses *Cyaniding* Dengan Media Pendingin Air

Nama Unsur	Simbol	Tanpa Pengerasan	Waktu Pengerasan (menit)			
			30 menit	35 menit	40 menit	45 menit
		Kandungan Unsur (%)				
Besi	Fe	99,30	99,30	99,30	99,19	99,30
Karbon	C	0,08	0,10	0,17	0,23	0,35
Silikon	Si	0,02	0,04	0,06	0,08	0,08
Mangan	Mn	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Kromium	Cr	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
Sulphur	S	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Phosfor	P	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Tembaga	Cu	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
Magnesium	Mg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nikel	Ni	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
Molibdenium	Mo	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Aluminium	Al	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015

Data Hasil Pengujian Kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan sebelum dan sesudah proses *cyaniding* dengan media pendingin oli SAE 40 diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kekerasan Sebelum dan Sesudah Proses *Cyaniding* Dengan Media Pendingin Oli SAE 40

No	Beban (Kg)	Indentor	Tanpa Pengerasan	Waktu Pengerasan			
				30 menit	35 menit	40 menit	45 menit
			Kekerasan Brinell (BHN)				
1	3000	Bola Baja D = 10 mm	178	187	190	197	227
2			183	183	188	195	229
3			180	187	188	193	218
Kekerasan rata-rata			180	186	189	195	225

Dari hasil pengujian kekerasan sebelum dan sesudah proses *cyaniding* dengan media pendingin air diperoleh data sebagai berikut :

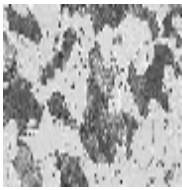
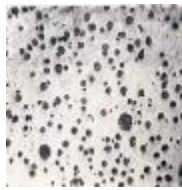
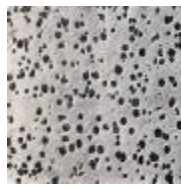
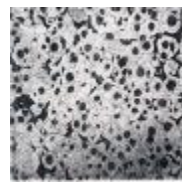
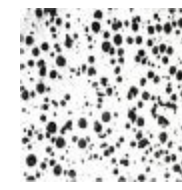
Tabel 4. Data Hasil Pengujian Kekerasan Sebelum dan Sesudah Proses Cyaniding Dengan Media Pendingin Air

No	Beban (Kg)	Indentor	Tanpa Pengerasan	Waktu Pengerasan			
				30 menit	35 menit	40 menit	45 menit
				Kekerasan Brinell (BHN)			
1	3000	Bola Baja D = 10 mm	178	188	192	201	241
2			183	187	192	207	293
3			180	192	190	206	277
Kekerasan rata-rata			180	189	191	205	270

Data Pengamatan Struktur Mikro



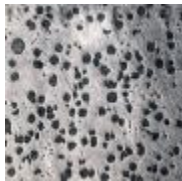
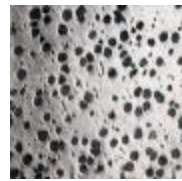
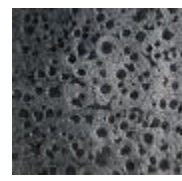
Dari hasil pengamatan struktur mikro sebelum dan sesudah proses cyaniding dengan media pendingin oli SAE 40 diperoleh data sebagai berikut

Tabel 5. Data Hasil Pengamatan Struktur Mikro Sebelum dan Sesudah Proses Cianiding Dengan Media Pendingin Oli SAE 40

Tanpa Pengerasan	Waktu Pengerasan			
	30 menit	35 menit	40 menit	45 menit
	Struktur mikro pembesaran 200x posisi atas			
				

Dari hasil pengamatan struktur mikro sebelum dan sesudah proses cyaniding dengan media pendingin air diperoleh data sebagai berikut

Tabel 6. Data Hasil Pengamatan Struktur Mikro Sebelum dan Sesudah Proses Cianiding Dengan Media Pendingin Air

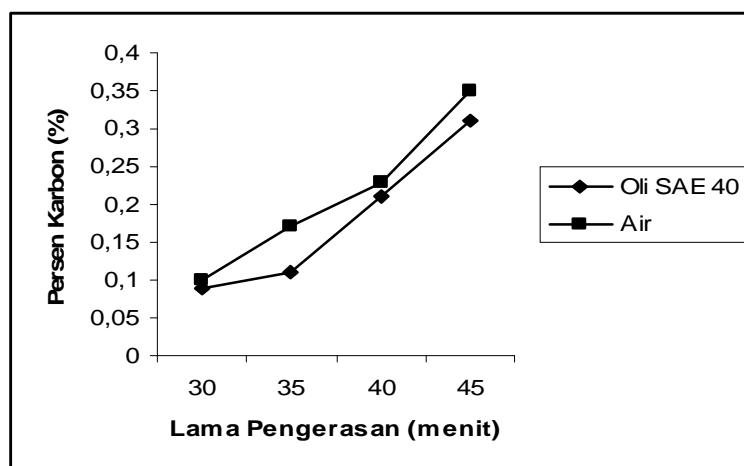
Tanpa Pengerasan	Waktu Pengerasan			
	30 menit	35 menit	40 menit	45 menit
	Struktur mikro pembesaran 200x posisi atas			
				

Pembahasan

Pegujian komposisi

Berdasarkan pengujian komposisi, kandungan unsur-unsur tambahan sangat mempengaruhi terhadap sifat-sifat mekanik baja. Dari hasil pengujian komposisi, unsur karbon didapat C = 0,08% dengan kandungan karbon 0,08% maka baja tersebut digolongkan dalam baja karbon rendah. Unsur

karbon 0,08% berpengaruh terhadap kekerasan yang relatif rendah. Setelah proses cyaniding dengan lama pengerasan 30 menit dengan media pendingin air, unsur karbon mengalami kenaikan didapat $C = 0,10\%$ dan untuk media pendingin oli SAE 40 didapat $C = 0,09\%$. Untuk lama pengerasan selama 35 menit dengan media pendingin air diperoleh $C = 0,17\%$ sedangkan untuk media pendingin oli SAE 40 $C = 0,11\%$. Untuk pengujian dengan lama 40 menit dengan pendingin media air diperoleh $C = 0,23\%$ sedang pada media pendingin oli SAE 40 didapat $C = 0,21\%$. Dari hasil pengujian komposisi dengan lama pengerasan selama 45 menit dengan media pendingin air didapatkan C sebesar $0,35\%$ sedangkan pada media pendingin oli SAE 40 didapatkan C sebesar $0,31\%$. Dengan demikian dari pengujian komposisi dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pemanasannya, maka semakin tinggi atom karbon yang dihasilkan, hal ini disebabkan difusi atom karbon untuk waktu yang lama jauh lebih besar. Demikian juga untuk media pendingin air diperoleh unsur karbon yang lebih besar dibandingkan dengan media pendingin oli SAE 40, hal ini disebabkan kecepatan pendinginan dengan media air lebih cepat dan tidak ada waktu bagi atom karbon bertransformasi menjadi fasa yang lain.



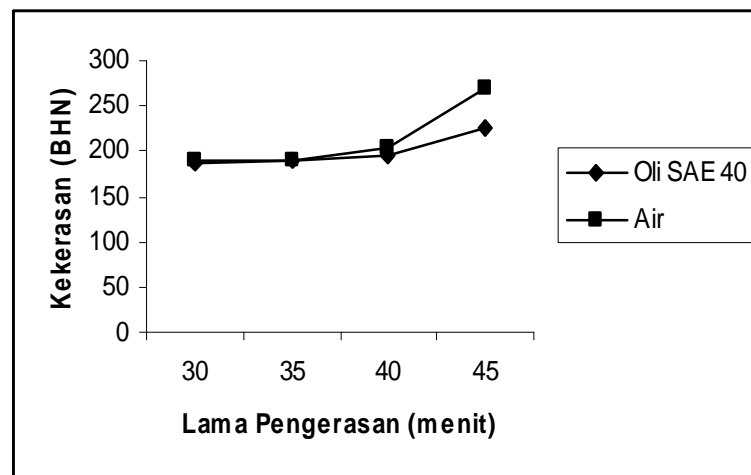
Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Lama Pengerasan Dengan Prosentase Karbon

Pengujian kekerasan

Hasil pengujian kekerasan Brinell menunjukkan nilai kekerasan yang tertinggi dengan menggunakan media pendingin air. Hal ini menunjukkan bahwa setelah proses cyaniding dengan lama pengerasan 30 menit terdapat kenaikan pada unsur karbonnya yang akan meningkatkan kekerasan baja karbon rendah yang di cyaniding. Pada lama pengerasan selama 30 menit dengan media pendingin air didapatkan kekerasan 189 BHN, sedangkan dengan media pendingin oli SAE 40, kekerasan yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan media pendingin air yaitu 186 BHN. Untuk lama pengerasan selama 35 menit dengan media pendingin air didapatkan kekerasan 191 BHN, sedangkan dengan media pendingin oli SAE 40, kekerasan yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan media pendingin air yaitu 189 BHN. Untuk lama pengerasan

selama 40 menit dengan media pendingin air didapatkan kekerasan 205 BHN, sedangkan dengan media pendingin oli SAE 40, kekerasan yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan media pendingin air yaitu 195 BHN. Untuk lama pengerasan selama 45 menit dengan media pendingin air didapatkan kekerasan 270 BHN, sedangkan dengan media pendingin oli SAE 40, kekerasan yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan media pendingin air yaitu 225 BHN.

Hal ini disebabkan karena jumlah atom karbon dan nitrogen yang terdifusi semakin besar juga distribusi karbida dari hasil pendinginan tersebar merata dan ukuran butir kristal yang bulat dan halus.



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Lama Pengerasan Dengan Kekerasan

Pengamatan struktur mikro

Struktur mikro mula-mula bahan uji ditunjukkan pada tabel 5. Pada struktur mikro tampak warna putih merupakan ferit proeutektik yang terpisah dari austenit sebelum terjadi reaksi eutektik. Warna yang lain adalah perlit yang merupakan lapisan ferit eutektoid dan karbida, baik oleh karbida Fe (Fe_3C) maupun Nitrida fe (Fe_3N). Struktur mikro benda uji yang telah mengalami proses cyaniding ditunjukkan pada gambar pada tabel 5 dan tabel 6 pada karbida-karbida bulat nampak tersebar semakin halus pada struktur.

Dari struktur mikro untuk lama pengerasan yang lebih lama menunjukkan fasa perlit (ferit + Fe_3C dan Fe_3N) yang semakin bertambah. Demikian juga untuk media pendingin air terlihat fasa pearlit (ferit + Fe_3C dan Fe_3N) lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan media pendingin oli SAE 40, sehingga kekerasan yang didapat meningkat, karena fasa pearlit mempunyai sifat keras pada baja. Kekerasan yang diperoleh dari kedua media pendingin, didapatkan media pendingin air mempunyai kekerasan paling tinggi, hali ini dikarenakan besar butir yang terbentuk lebih halus dan merata

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Waktu pengerasan lebih lama dengan menggunakan media pendingin air menghasilkan jumlah karbon yang lebih besar.
2. Waktu pengerasan yang lebih lama dengan menggunakan media pendingin air menghasilkan jumlah perlit (ferit + Fe₃C dan Fe₃N) yang lebih besar, halus dan merata.
3. Kekerasan yang dihasilkan semakin meningkat dengan meningkatnya lama pengerasan.
4. Kekerasan yang dihasilkan dengan menggunakan media pendingin air lebih besar dibandingkan dengan menggunakan media pendingin oli SAE 40.

DAFTAR PUSTAKA

- Avner, Sidney H, 1987, *Introduction to Physical Metallurgy*, 2nd, McGraw-Hill, Singapore.
- Bell, T., 1985, *Surface Treatment for Protection*, Departement of Metallurgy and Materials Science, The University of Liverpool.
- Djaprie Srati, 1985, *Teknologi Mekanik*, Erlangga, Jakarta.
- Metals Handbook, 1974, *Heat Treating, Cleaning and Finishing*, American Society for Metals, Metals Park, Ohio.
- Thelning, Karl- Erick, 1975, *Steel and Its Heat Treatment*, A.B. Bofors Butterworths, London Boston.