

Pengaruh Proses Perlakuan Panas (*Heat Treatment*) terhadap Perubahan Struktur Mikro dan Sifat Mekanik pada *Crank Shaft* Toyota Avansa

Oleh

Adi G. P.* , Pawawoi**, Anugrah B.S.***

Perlakuan panas pada logam pada umumnya akan mempengaruhi sifat mekanik dan struktur mikronya, sehingga mempunyai kekerasan dan keuletan yang tinggi. Adapun metoda perlakuan panas yang dilakukan untuk Crank Shaft yaitu metoda normalizing.

Dari data yang didapat, harga kekerasan meningkat dari 195,18 Hv menjadi 256,2 Hv. Selain harga kekerasan, Crank Shaft yang tidak mengalami proses perlakuan panas mempunyai fasa α (Ferit) yang mengelilingi grafit nodul lebih besar dibandingkan Crank Shaft yang mengalami proses perlakuan panas. Ini yang mengakibatkan Crank Shaft tersebut mempunyai sifat keras yang lebih baik.

Dari hasil pengujian, mengindikasikan bahwa akibat proses perlakuan panas yang dilakukan, terjadi perubahan pada Struktur mikro dan harga kekerasan. Oleh karena itu besi cor Nodular mempunyai kemampuan untuk diproses perlakuan panas seperti baja.

Kata kunci: perlakuan panas, normalizing, crank shaft, besi cor nodular

1. Pendahuluan

Dewasa ini banyak industri yang menggunakan metoda pengecoran untuk menghasilkan produk-produk yang bervariasi. Selain itu, sesuai dengan perkembangan zaman dan teknologi khususnya dalam bidang industri di negara Indonesia yang selama ini sangat tergantung pada negara lain akan barang-barang industri, maka peranan proses pengecoran di Indonesia untuk mengurangi ketergantungan tersebut sedikit dapat ditekan. Dengan proses pengecoran, kita mampu memproduksi benda atau alat dan juga mesin-mesin minimal untuk kebutuhan negara kita dan maksimalnya untuk negara lain sehingga secara otomatis negara kita akan mengalami peningkatan dan dapat menghasilkan devisa yang sangat besar dan tentu saja akan dapat membuka lapangan kerja baru bagi rakyat Indonesia.

Berkaitan dengan hasil proses pengecoran (*Casting*), produk hasil pengecoran yang harus mengalami proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) terlebih dahulu diantaranya adalah *Crank Shaft* (Poros Engkol) yaitu bagian dari motor bakar yang berfungsi mengubah gerakan naik turun torak menjadi gerakan berputar. Putaran poros engkol ini merupakan hasil dari motor yang berupa tenaga mekanik. Poros engkol ini kemudian dihubungkan dengan system transmisi. *Crank Shaft* (poros

engkol) menggunakan metoda pengecoran (*casting*) yaitu agar memudahkan dalam mendapatkan hasil yang bervariasi dengan tingkat kesulitan yang tinggi dibandingkan menggunakan metode-metode lain.

Crank Shaft tergolong kedalam golongan besi cor nodular. Alasan digunakannya besi cor nodular sebagai bahan untuk pembuatan *Crank Shaft* adalah karena besi cor nodular biaya produksi relatif lebih murah, waktu produksi lebih singkat, proses pembuatan mudah serta sifat mekaniknya mendekati baja. Selain itu besi cor nodular bobotnya lebih ringan dan yang lebih penting lagi adalah besi cor nodular dapat di-*heat treatment* sehingga produk yang dihasilkan mempunyai sifat-sifat yang unggul seperti baja.

Proses *heat treatment* adalah suatu proses pengerjaan panas yang pada hakekatnya adalah proses deformasi yang dilakukan pada temperatur tinggi, yaitu diatas temperatur rekristalisasi. Dimana tahap deformasi ini akan membentuk kristal-kristal baru yang bebas dari cacat-cacat, retak akibat pengerjaannya. Seperti kita ketahui bahwa hasil dari proses pengecoran mempunyai berbagai kekurangan atau kelemahan. Dengan demikian, proses perlakuan panas merupakan proses perubahan sifat bahan yang kemudian disusul dengan proses pendinginan. Dengan proses ini kita dapat mengendalikan sifat-sifat akhir yang lebih baik

sehingga menghasilkan produk baru yang memiliki kemampuan yang tinggi sehingga bertambah daya guna teknik dari bahan-bahan tersebut. Tujuan dilakukannya proses perlakuan panas pada *Crank Shaft* (Poros Engkol) yaitu agar produk tersebut mempunyai kekerasan dan keuletan yang tinggi serta efeknya akan lebih menghomogenkan komposisi kimia dan tahan akan kemungkinan-kemungkinan yang terjadi akibat gerakan berputar yang dihasilkan dari motor yang berupa tenaga mekanik tadi.

2. Metoda Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas terhadap struktur mikro dan sifat mekanik dilakukan pengujian yang meliputi:

1. Melakukan pengujian komposisi kimia pada crank shaft dari hasil pengecoran
2. Melakukan proses perlakuan panas pada beberapa sampel dan sebagian tidak untuk membandingkan hasil dari perlakuan panas.
3. Pengujian sifat mekanik dan struktur mikro dilakukan pada kedua sampel dengan pengujian kekerasan (Uji Vickers) dan metalografi.

3. Hasil Pengujian dan Pembahasan

3.1 Pengujian komposisi kimia

Pelaksanaan uji komposisi kimia dimaksudkan untuk mengetahui komposisi kimia yang sebenarnya dan apakah sesuai dengan spesifikasi yang ada. Kalau ada penyimpangan, apakah masih ada di antara batas toleransi yang diberikan. Hasil dari uji komposisi kimia pada *Crank Shaft* dapat dilihat pada tabel 1.

3.2 Pengujian kekerasan

Dari hasil uji kekerasan kondisi sebelum dan sesudah spesimen mendapat proses perlakuan panas diperlihatkan pada tabel 2. Pengujian dilakukan di 10 posisi (10 titik) dengan posisi pengujian melintang.

Tabel 1. Data hasil uji komposisi kimia

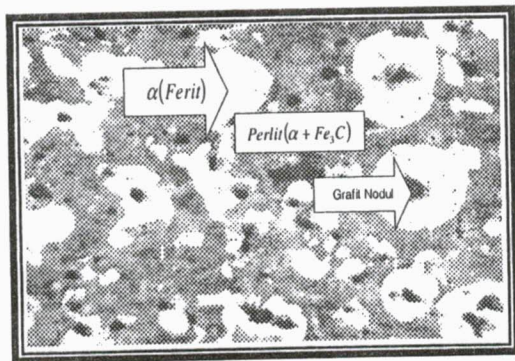
No	Komposisi Kimia	Hasil Pengujian	Standard
1.	C	3,78	3,80 ± 0,10 %
2.	Si	2,31	2,35 ± 0,15 %
3.	Mn	0,37	0,35 ± 0,10 %
4.	S	0,007	≤ 0,015 %
5.	P	0,015	≤ 0,030 %
6.	Zn	0,016	≤ 0,05 %
7.	Cr	0,031	≤ 0,05 %
8.	Ce	0,010	≤ 0,015 %
9.	Sb	0,012	≤ 0,015 %
10.	Mg	0,039	0,036 % ~ 0,06 %

Tabel 2. Data hasil uji kekerasan pada kondisi Sebelum dan Sesudah mengalami proses Heat Treatment

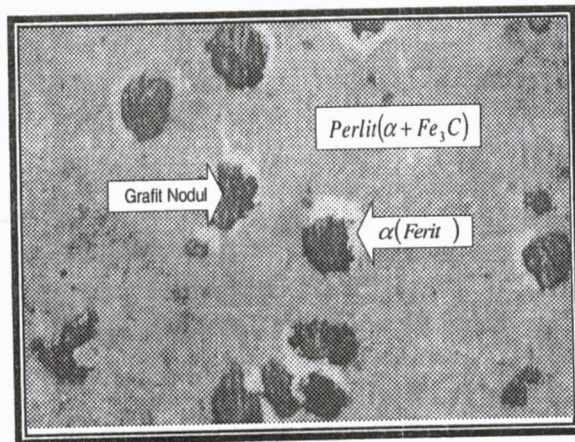
BAHAN	POSISI	KEKERASAN SEBELUM (HV)	KEKERASAN SESUDAH (HV)	STANDAR SESUDAH
Crank Shaft	1	199,3	264,7	240 ~ 290 HV
	2	194,2	257,9	
	3	187,4	256,8	
	4	192,6	249,5	
	5	199,0	256,3	
	6	194,8	268,4	
	7	196,3	257,1	
	8	199,4	244,7	
	9	191,0	257,4	
	10	194,2	245,6	
Rata - rata		195,18	256,2	

3.3 Pengujian metalografi

Data hasil metalografi ini dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan struktur mikro dari kondisi awal (sebelum mengalami perlakuan panas) dan kondisi akhir (setelah mengalami perlakuan panas). Dari analisa metalografi struktur mikro diperoleh bentuk dan besar butiran struktur dari material yang dianalisa yang diperlihatkan pada gambar berikut ini.



Gambar 1 Struktur Mikro Pada kondisi awal (sebelum mengalami proses Heat treatment) dengan pembesaran 200 x



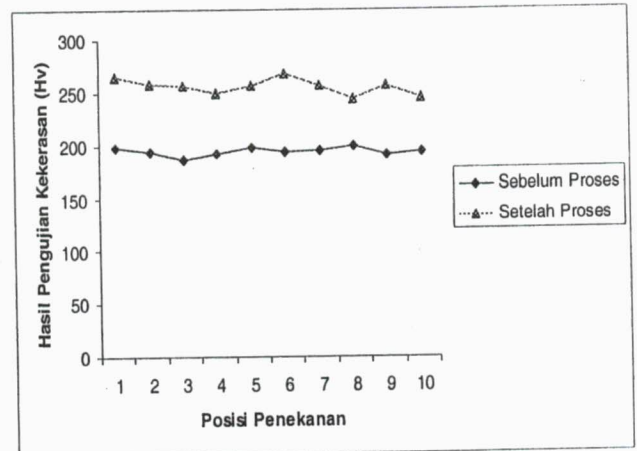
Gambar 2 Struktur Mikro setelah proses perlakuan panas dengan proses pendinginan cepat dengan udara yang ditiupkan selama 2,5 menit dengan pembesaran 200 X pada posisi tengah dari spesimen.

3.4 Pembahasan

Komposisi kimia merupakan faktor yang paling penting untuk diketahui dalam suatu perancangan, karena unsur kimia ini dapat menentukan apakah material sebagai bahan untuk pembuatan produk dapat dilaku panas atau tidak, untuk mengetahui hasil dari Analisa komposisi kimia untuk bahan *Crank Shaft* dapat dilihat pada tabel 1 (Data Hasil Analisa Komposisi Kimia).

Berdasarkan Tabel 1, maka mutu dari material yang dijadikan bahan *Crank Shaft* sangat baik, artinya komposisi kimia yang didapat pada bahan sudah memenuhi spesifikasi dari pabrik dan masih berada dalam batas toleransi yang diberikan oleh pabrik untuk *Crank Shaft* itu sendiri dan sesuai dengan standar JIS untuk FCD 45.

Berdasarkan dari hasil uji kekerasan, ternyata hasil dari pelaksanaan proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) sesuai dengan yang diminta atau diinginkan oleh pabrik. Kekerasan yang dipersyaratkan oleh pabrik untuk *Crank Shaft* adalah 240 ~ 290 Hv.



Gambar 3 Distribusi harga kekerasan dari sampel sebelum dan sesudah proses.

Dari hasil yang didapat setelah pengujian, terlihat bahwa harga kekerasan *Crank Shaft* yang mengalami proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) lebih besar dibandingkan dengan *Crank Shaft* yang sebelum mengalami proses perlakuan panas (*Heat Treatment*). Hal ini diakibatkan karena pada *Crank Shaft* sebelum mengalami proses perlakuan panas α (Ferit) yang mengikat grafit nodul lebih besar dibandingkan setelah mengalami proses perlakuan panas. Hal tersebut yang menyebabkan *Crank Shaft* sebelum mengalami proses perlakuan panas mempunyai sifat lunak. *Crank Shaft* yang mengalami proses perlakuan panas mengalami peningkatan harga kekerasan, dimana harga kekerasannya meningkat diakibatkan oleh laju proses pendinginan yang dilakukan.

Analisa Metalografi ini dilakukan untuk mengetahui Struktur Mikro dari logam dan prinsip pengujiannya hanya dapat dilakukan dengan menggunakan mikroskop yang dapat memperlihatkan Struktur Mikro dari logam itu. Pada photo metalografi, ferit (α) didefinisikan sebagai permukaan berwarna putih, Grafit Nodul (Bulat) berwarna coklat tua sedangkan perlit merupakan bagian-bagian yang berwarna gelap.

Dari Analisa yang dilakukan, seperti ditunjukkan pada gambar 1 dan 2 terlihat bahwa untuk *Crank Shaft* yang tidak mengalami proses perlakuan panas mempunyai α (*Ferit*) yang mengelilingi grafit nodul lebih besar dibandingkan *Crank Shaft* yang mengalami proses perlakuan panas. Hal ini disebabkan karena *Crank Shaft* yang mengalami proses perlakuan panas terjadi perubahan struktur, dimana atom karbon yang terdapat pada fasa ferit berdifusi kedalam fasa perlit, sehingga ferit yang dihasilkan akibat proses perlakuan panas lebih sedikit (kecil) dibandingkan sebelum perlakuan panas. Jika struktur sebelum diproses berupa butir yang kasar atau tidak beraturan, maka setelah proses Normalizing akan terjadi perbaikan terhadap strukturnya disertai dengan perbaikan sifat mekaniknya. Sehingga *Crank Shaft* yang mengalami proses perlakuan panas mempunyai butiran yang halus serta kekuatan dan keuletan yang tinggi.

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan mengenai perlakuan panas yang terjadi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada dasarnya besi cor nodular mampu untuk mengalami proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) yang tinggi seperti halnya baja. Dari hasil-hasil proses perlakuan panas yang dilakukan terhadap *Crank Shaft*, ternyata proses perlakuan panas dapat mempengaruhi struktur mikro serta sifat-sifat mekanik dari *Crank Shaft* itu sendiri. Harga kekerasan yang terjadi di permukaan *Crank Shaft* ternyata lebih tinggi dibandingkan didalam. Hal tersebut dikarenakan oleh laju proses pendinginan yang dilakukan.
2. Akibat perlakuan panas dan laju pendinginan yang dilakukan, mengakibatkan terjadinya peningkatan harga kekerasan. Pada *Crank Shaft* yang tidak mengalami proses perlakuan panas mempunyai harga kekerasan rata-rata yaitu 195,18 Hv, sedangkan *Crank Shaft* yang mengalami proses perlakuan panas mempunyai harga kekerasan rata-rata yaitu 256,2 Hv. Standar kekerasan untuk *Crank Shaft* yang di keluarkan oleh pabrik yaitu

240 ~ 290 Hv. Ini berarti bahwa harga kekerasan setelah proses perlakuan panas meningkat dibandingkan sebelum proses perlakuan panas. Hal tersebut diakibatkan karena pada *Crank Shaft* sebelum mengalami proses perlakuan panas, α (*Ferit*) yang mengikat grafit nodul lebih besar dibandingkan setelah mengalami proses perlakuan panas. Itu yang menyebabkan *Crank Shaft* sebelum mengalami proses perlakuan panas mempunyai sifat lunak dibandingkan *Crank Shaft* setelah mengalami proses perlakuan panas.

3. Dari Analisa Metalografi yang dilakukan, terlihat bahwa *Crank Shaft* yang tidak mengalami proses perlakuan panas mempunyai fasa α (*Ferit*) yang mengelilingi grafit nodul lebih besar dibandingkan *Crank Shaft* yang mengalami proses perlakuan panas. Hal ini disebabkan karena *Crank Shaft* yang mengalami proses perlakuan panas terjadi perubahan struktur, dimana atom karbon yang terdapat pada fasa ferit berdifusi kedalam fasa perlit, sehingga ferit yang dihasilkan akibat proses perlakuan panas lebih sedikit (kecil) dibandingkan sebelum perlakuan panas, ini mengakibatkan *Crank Shaft* yang mengalami proses perlakuan panas mempunyai butiran yang halus serta kekuatan dan keuletan yang tinggi.

Saran

Saran-saran yang dapat diberikan agar kualitas produk yang dihasilkan lebih baik, diantaranya sebagai berikut :

- Untuk mendapatkan produk yang maksimal, penyusun menyarankan agar dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap benda hasil proses perlakuan panas seperti uji ketahanan Aus untuk melihat seberapa besar ketahanan aus yang diterima oleh *Crank Shaft*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Diktat Pembuatan Besi Cor Nodular, Adi Ganda Putra, ST. MT
2. Schonmetz, Gruber, " Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam ", PT. Angkasa, Bandung, 1990

3. Sriati Djaprie, " Ilmu dan Teknologi Bahan ", edisi kelima, Erlangga, Jakarta, 1981.
4. Suratman Rochim, " Panduan Proses Perlakuan Panas ", Lembaga Penelitian ITB, Bandung, 1994.
5. Tata Surdia & Kenji Chijiiwa, " Teknik Pengecoran Logam ", PT. Pradya Paramita, Jakarta, 1976.
6. Tata Surdia, " Pengetahuan Bahan Teknik ", PT. Pradya Paramita, Jakarta, 1984.

* Dosen jurusan Teknik Mesin

** Dosen jurusan Teknik Metalurgi

*** Mahasiswa jurusan Teknik Mesin