

ANALISIS PENGARUH HOLDING TIME TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO PADA PROSES *INDUCTION TEMPERING* BATANG PISTON BAJA SCM 420 H

Budiarto dan Kimar Turnip
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia
Jl. Mayjen Sutoyo no.2, Cawang, Jakarta
No.HP : 085719437651
Email: budidamaz@gmail.com

Abstract

Selection of materials connecting rod for a component or structure usually involves several aspects, there are aspects of specific strength, stiffness, lightweight, noncorrosive materials and resistance or age. In the manufacturing process connecting rod always give heat treatment such as Normalizing, Carburizing, and Induction Tempering. In the process, Induction Tempering has a big problem in hardness after the process, not stable and liable to over from standard. Process condition of tempering induction temperature in 650~700 C at 1 atm pressure, & holding time variation at 5, 10, 15, and 20 seconds. Kind of tests such as bending test, magna-flux, hardness, and structure micro. Bending test report fiber flow is straight, not broke because not found micro crack portension at body connecting rod. Hardness test result min point 23 HRC and max point 39,2 HRC base on standard range 25~44 HRC. The results of surface morphological observation show that the martensite phase causes hardness value to increase.

Keywords : *SCM 420H steels, piston rod, induction tempering, microstructure.*

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi sekarang ini telah menghasilkan berbagai kreasi dalam segala hal yang bertujuan memudahkan segala aktifitas manusia. Ada berbagai sarana transportasi tersedia, mulai dari darat, udara, dan laut. Kendaraan yang diproduksi massal di negara kita umumnya kendaraan darat, salah satunya sepeda motor, dimana produksi sepeda motor roda dua sebanyak 6 juta buah per tahun. Diharapkan setiap sepeda motor memiliki umur yang lebih panjang maka selain komponen sepeda motor didesain dengan efektif dan efisien, juga tergantung dari material dari komponen tersebut. Salah satu contoh komponen sepeda motor ini yaitu Batang piston. Batang piston merupakan komponen penting pada sepeda motor, karena fungsinya adalah untuk meneruskan daya yang dihasilkan pada proses pembakaran dari torak menuju poros engkol pada motor.

Didalam proses *manufacturing, connecting rod* melalui beberapa tahapan salah satunya

heat threatment yang bertujuan untuk mendapatkan sifat-sifat mekanik dan karakteristik material seperti tahan gesek, tahan aus, tahan panas, dst. Proses *heat threatment* tersebut antara lain : *Normalizing, Carburizing, dan Induction Tempering*. Proses *Induction Tempering* menjadi poin terpenting karena merupakan proses terakhir atau penentu keberhasilan dari *conecting rod* dari segi material. Jadi untuk mendapatkan dan menjaga kualitas produk dari sisi material sesuai standar *drawing*, perlu dilakukan analisis terkait pengaruh paling penting didalam proses *Induction Tempering* yaitu *holding time*. Material *conecting rod* menggunakan baja paduan SCM 420 H, yang mana baja jenis ini karakteristik / sifatnya: keras, ulet, kemampuan tahan korosi yang tinggi serta memiliki kemampuan untuk dikeraskan. Karena baja SCM 420 H memiliki kemampuan untuk dikeraskan maka baja jenis ini sering diaplikasikan untuk pembuatan produk dengan proses *heat threatment*, yang nantinya didapatkan produk yang memiliki sifat mekanis keras dipermukaan (tangguh, tahan gesek, tahan aus) namun lunak

(ulet/tidak mudah patah) didalamnya. Nurkhozin (2006) telah melakukan penelitian tentang pengaruh proses *flame hardening* (salah satu jenis *surface threatment*) pada baja tempa SCM 420 H[4]. Danang (2009) melakukan penelitian pengaruh kecepatan *torch* dan jenis nyala api terhadap kekerasan permukaan baja karbon pada proses *automatic flame surface hardening*[4].

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan: Spesifikasi benda uji yang digunakan dalam eksperimen ini adalah sebuah *engine part* yaitu *conecting rod* dimana benda tersebut terbuat dari baja SCM 420 H yang telah mengalami pembentukan melalui proses tempa (*forging*), *machining*, dan *surface threatment carburizing*. Adapun data komposisi kimia (*chemical composition*) baja SCM 420 H adalah sebagai berikut[3] :

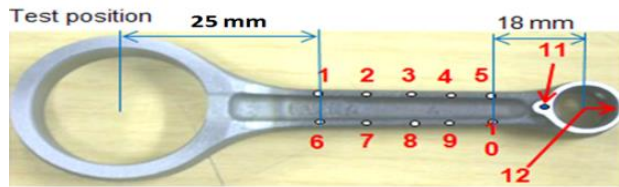
Tabel 1. Komposisi unsur kimia Baja SCM 420 H

Komposisi unsur kimia (%)		
C	Si	Mn
0,18-0,3	0,15-0,4	0,6-0,8
Cr	Mo	Fe
0,9-1,2	0,15-0,3	sisa

Cara kerja

Mekanisme proses dari *induction tempering* adalah batang piston dipasang pada *jig conveyor* kemudian batang piston berjalan maju melewati *coil* yang didalamnya terdapat susunan pipa yang dialiri arus. Kemudian timbulah induksi dimana batang piston yang terbuat dari *steel* menjadi panas (panas yang timbul didapat dari proses induksi yaitu perubahan *flux magnetic* yang dilingkupi oleh *loop kawat (coil)* yang dialiri arus listrik) sampai temperatur yang ditentukan untuk fase *tempering*[1]. Setelah itu batang piston keluar dari *coil* dan melewati fase pendinginan udara terbuka. Setelah itu batang piston diambil dan ditempatkan pada tempat yang ditentukan. Parameter mesin untuk proses *induction tempering* adalah *power control*, *speed meter*, *water leve*[6]. Ketiga parameter tersebut

merupakan parameter kunci untuk proses *induction tempering conecting rod*, serta menjaga temperatur material tetap difase tempering yaitu 600°C~650°C[5]. Pada dasarnya proses *induction tempering* adalah untuk menurunkan kekerasan / melunakkan logam (baja) khususnya untuk melunakkan batang piston, sehingga meningkatkan keuletan dan memenuhi standar kekerasan batang piston sesuai *drawing* yaitu 25~44 HRC[2]. Adapun yang menjadi *point* pengecekanya.



Gambar 1. Posisi uji kekerasan pada permukaan batang piston









Gambar 2. Mekanisme *Holding Time* proses *Induction Tempering*

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisis hasil uji puntir

Pengujian puntir ini bertujuan untuk mengetahui ketangguhan dan keuletan dari batang piston setelah proses *induction tempering* dari keseluruhan sampel material baja SCM 420 H. Hasil pengamatan pengujian puntir dimana secara visual dengan menggunakan alat *Magnetic Particle Inspection* atau proses *magnaflux* tidak ditemukan keretakan (*crack*). Bahkan ketika batang piston dibelah dengan *wire cut* dan dilakukan pengecekan *fiber flow* (batang piston dibelah, kemudian belahan tersebut direndam kedalam cairan asam klorida (HCl) dengan temperatur dan waktu yang ditentukan) didapatkan serat material batang piston masih utuh / tidak terputus. Ini menandakan bahwa dari segi pengujian puntir batang piston yang diproses menggunakan mekanisme penahanan panas dengan *cover* penutup dari *steel plate* yang dilapisi *glasswooll*, *cover* penutup dari batu tahan api (*refraktori*) dan dengan mekanisme *holding time* hampir sama. Yang membedakan ketika pengujian batang piston yang diproses dengan mekanisme *holding time* cenderung lebih ulet atau liat. Sebagaimana diketahui dalam aplikasinya di mesin, batang piston khususnya dibagian batang mendapatkan panas dan gesekan yang tinggi yang ditimbulkan dari proses pembakaran motor[7]. Setelah batang piston dilakukan pengecekan *Magnetic Particle Inspection (MPI)* selanjutnya dilakukan pengujian *fiber flow* atau pengujian untuk melihat arah serat material batang piston. *Fiber flow* terlihat ketika produk dipotong / dibelah kemudian direbus kedalam cairan kimia khusus (cairan HCL) dengan temperatur tertentu dan waktu tertentu. *Fiber flow* merupakan poin terpenting dari pembentukan benda dari *steel*, apalagi pembentukannya dengan tempa (*forging*) dan yang telah mengalami perlakuan pengujian seperti tes puntir. Karena jika arah serat material terputus / tidak terbentuk maka kekerasan produk tidak merata dan berpotensi menjadi *micro crack* dan saat dilakukan *assembling* pada unit akan berpotensi retak bahkan bisa patah.

Arah Putaran	Pengujian Puntir (Bending)	Fiber Flow (Serat Material)
Kekanan		
Kekiri		
Putar (Twist)		

Gambar 3. Foto hasil pengujian puntir dan *Fiber flow* Batang piston

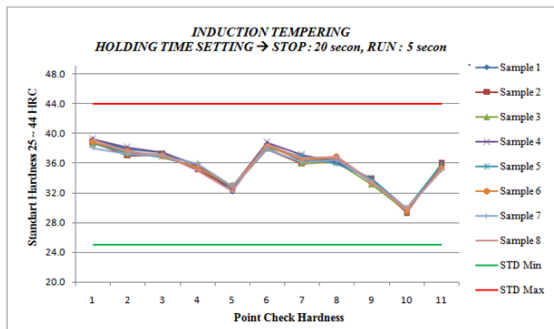
b. Analisis induction tempering terhadap holding time

Proses *induction tempering* dengan menggunakan mekanisme *holding time* ini dilakukan setelah melihat hasil pengujian kekerasan (*hardness*) dari percobaan sebelumnya yang masih *over* dari standar *hardness* di 25 ~ 44 *HRC*. Setelah dianalisis potensi problem diakibatkan karena panas yang diterima oleh batang piston kurang merata. Jika menggunakan pengaturan *power control max* dan *speed meter max* di area cek poin 2 & 7 selalu *over* sementara jika menggunakan pengaturan *power control min* dan *speed meter min* di area cek poin 1 & 6 selalu *over*. Dari hasil analisis diatas agar panas yang diterima oleh batang piston merata maka mekanisme proses *induction tempering* dibuat *stepping* dengan memodifikasi *speed conveyor stop & run*. Untuk proses ini dibutuhkan penambahan alat yaitu *timer control* yang dirangkai dengan sistem *speed meter* untuk mengatur kecepatan gerak dari *conveyor*. Sehingga ketika proses *induction tempering* berlangsung ada saat dimana batang piston yang terpasang pada jig *conveyor* berhenti dan berjalan (*stop & run*). Panas pertama kali timbul dibagian tengah batang piston kemudian merambat kearah atas (menuju bagian *Small-End Bore Diameter*) dan kebawah (menuju bagian *Big-End Bore Diameter*), disaat panas muncul *conveyor* berhenti beberapa detik sehingga terjadi perambatan panas, kemudian jalan beberapa detik dan berhenti lagi maka terjadi perambatan panas kembali sampai batang piston

keluar dari coil. Proses ini berjalan secara *continue* selama proses *induction tempering* berlangsung. Proses *trial induction tempering* dengan mekanisme *holding time* ini menggunakan parameter *power control & speed meter* pada pengaturan *middle* kemudian mengkombinasikan kecepatan gerak *conveyor* berhenti dan berjalan (*stop & run*).

Tabel 2. Data hasil uji kekerasan

No Sample	Point Check Hardness										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sample 1	39.1	37.9	37.4	35.6	32.2	38.6	36.2	36.5	33.4	29.8	35.7
Sample 2	38.8	37.0	37.1	35.1	32.7	37.9	36.9	36.4	33.8	29.3	35.9
Sample 3	38.6	37.3	37.2	35.9	32.9	38.0	36.0	36.1	33.1	29.5	35.7
Sample 4	39.2	38.1	37.4	35.6	32.8	38.8	37.1	36.1	33.9	29.5	35.6
Sample 5	38.6	37.4	36.8	35.4	32.8	38.1	36.9	35.9	33.9	29.9	35.8
Sample 6	38.8	37.6	36.9	35.4	32.9	38.3	36.4	36.8	33.4	29.5	35.4
Sample 7	38.0	37.2	37.0	35.9	32.9	37.9	36.1	36.4	33.4	29.8	35.0
Sample 8	39.1	37.5	37.1	35.0	32.2	38.5	36.6	36.9	33.5	29.9	35.1
Hardness Max	39.2	38.1	37.4	35.9	32.9	38.8	37.1	36.9	33.9	29.9	35.9
Hardness Min	38.0	37.0	36.8	35.0	32.2	37.9	36.0	35.9	33.1	29.3	35.0
Ave	38.7	37.5	37.1	35.5	32.7	38.3	36.5	36.4	33.5	29.6	35.5

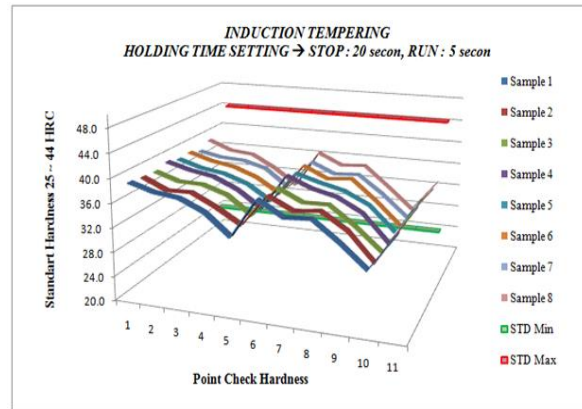


Gambar 4. Grafik *Holding Time Setting Stop: 20 Detik, Run: 5 detik*

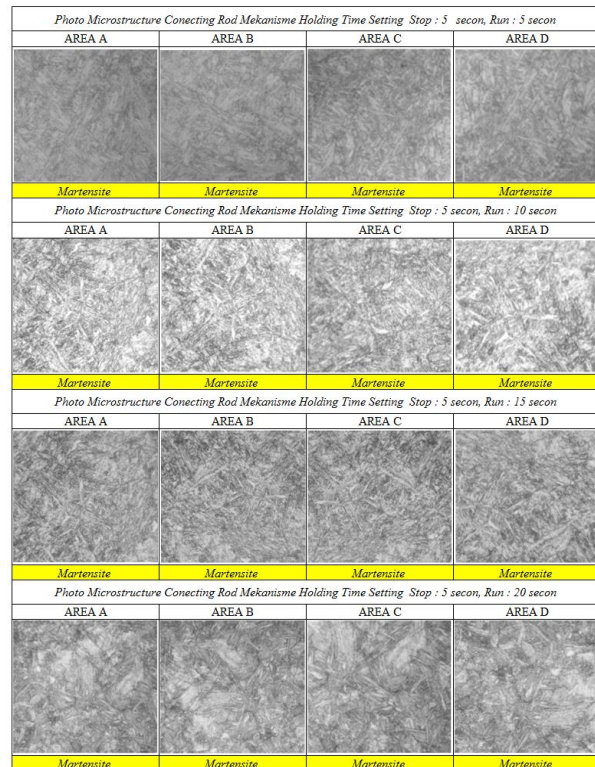
c. Analisis struktur mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengetahui karakteristik batang piston dari struktur material. Setelah benda mendapatkan perlakuan panas *induction tempering* tentunya dari segi material pasti mengalami perubahan struktur.

Untuk itu dilakukan pengamatan morfologi permukaan atau struktur mikro yaitu pada hasil percobaan *improvement* atau pada percobaan keempat (proses *induction tempering* dengan menggunakan mekanisme *holding time*).



Gambar 5. Grafik *Holding Time Setting Stop : 20 Detik, Run : 5, 10, 15, dan 20 detik*



Gambar 6. Foto struktur mikro batang piston setelah *heat treatment holding time, stop 5 detik, variasi run: 5, 10, 15, dan 20 detik*.

Prioritas pengujian hasil percobaan keempat ini dilakukan, karena nilai kekerasaannya telah memenuhi standar yang diijinkan, kemudian

dilakukan pengujian yang lainnya. Setelah proses forging sampai dengan proses *normalizing* struktur material baja SCM 420 H yang terbentuk adalah ferrite, *bainite*, dan *perlite*. Kemudian dilanjutkan proses *carburizing* hasilnya telah terbentuk fasa martensit, dimana karbon yang didifusikan ke batang piston kedalaman 1,2~1,9 mm dengan nilai kekerasan 513 HVN. Hasil pengamatan morfologi permukaan setelah proses *carburizing* struktur mikronya telah berubah menjadi *martensite*, hal ini disebabkan pada dasarnya proses *induction tempering* ini hanya melunakan dan sekaligus menghilangkan tegangan sisa yang masih terdapat pada batang piston saat *quenching* (pendinginan cepat) pada proses *carburizing* berlangsung[8]. Struktur mikro masih tetap didominasi oleh martensit dengan matrik ferrit. Hal tersebut terjadi dimungkinkan karena proses *carburizing* berlangsung jauh dibawah suhu kristalisasi martensit baja SCM 420.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan *improvement* yang dilakukan dapat disimpulkan :

1. Waktu optimum untuk proses *induction tempering* batang piston dengan parameter *setting: power control & speed meter medium, conveyor speed* adalah untuk *stop: 20 detik* dan *run: 5 detik*, menghasilkan nilai kekerasan yang paling terbaik.
2. Hasil pengamatan secara struktur mikro terbentuk fasa *martensite*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Altan, T ,Gracious N and Shen G, (2005), *Cold and Hot Forging Fundamentals and Application*, ASM Internasional.
- [2] Beumer, B.J.M. ; Anwir, B.S. (1978), *Ilmu Bahan Logam*, Jilid III,Cetakan ke-2, CV. Bhratara, Jakarta.
- [3] Budinski K.G., Michael K. Budinski,(1999), *Engineering Materials : Properties and selection*, Prentice Hall, New Jersey.
- [4] Danang, S.N., 2009, *Pengaruh Kecepatan Torch dan Jenis Nyala Api terhadap Kekerasan Permukaan Baja karbon pada proses Automatic Flame Surface Hardening*, Universitas Sebelas Maret.
- [5] De Garmo, P., (196 9), *Materials and Processes in Manufacturing*, Mac Millan Company, New York.
- [6] Nurkhozin, M., 2006, *Pengaruh Manual Flame Hardening*, Universitas Sebelas Maret.
- [7] Smallman, R.E., J. Bishop, 1999, *Metallurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*, Jakarta : Erlangga.
- [8] Wahid, Ir, *Perlakuan Panas*, 2001, Diktat ITS.