

PENINGKATAN KEKERASAN *SHAFT* PADA *GEAR PUMP* LOKAL DENGAN PROSES *HEAT TREATMENT*

Minardi, Muh. Amin, Solechan*

Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang

Jl. Kasipah No.12, Semarang 50254

*Email: Solechan1981@gmail.com

Abstrak

Ketersediaan shaft gear pump lokal yang berkualitas di PT Asia Pasific Fibers Semarang menjadi kendala, sehingga masih mengandalkan import dari negara Amerika Serikat dan Jerman. Pengadaan shaft gear pump import indent antara 3-6 bulan, waktu pengiriman lama dan harga shaft import 216USD/pcs lebih mahal dibanding lokal Rp.125.000-250.000/pcs menyebabkan biaya perawatan mesin dan produksi menjadi besar. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan metode peningkatan sifat mekanis pada shaft gear pump lokal melalui Heat treatment dengan parameter utama temperatur pemanasan dan waktu penahanan yang tepat. Metodologi penelitian yang digunakan dengan eksperimen skala laboratorium, maka pada langkah proses heat treatment dengan temperatur pemanasan 1000°C dengan waktu penahan 2 jam selanjutnya di dinginkan dengan gramus kemudian distempering dengan temperatur 700°C variasi waktu penahan 2, 4, dan 6 jam, untuk mengurangi tegangan dalam, menaikkan keuletannya dan meningkatkan kekerasannya. Hasil penelitian ini menunjukkan, secara umum kekerasan dan tegangan tarik meningkat, dengan heat treatment meningkatkan tegangan tarik sebesar 42.8% (dari 62.1 Kg/mm² menjadi 90.5 Kg/mm²) dan meningkatkan kekerasan 45.52% (dari 180.14 HVN menjadi 262.14 HVN), dengan proses tempering dengan temperatur 700°C dengan waktu selama 6 jam. Hasil ini menunjukkan bahwa metode ini dapat digunakan sebagai alternatif untuk meningkatkan sifat mekanik shaft gear pump lokal.

Kata Kunci : *Shaft, perlakuan panas, gromus temperature waktu penahanan,*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan *gear pump* di PT.Asia Pasific Fibers Jl.Raya Kaliwungu Km.19 Semarang sebanyak 896 buah (Departement Mekanik 2012). Kebutuhan penggantian spare part *gear pump* dari tahun ketahun semakin meningkat, tahun 2010 sebanyak 50 set, tahun 2011 sebanyak 86 set dan tahun 2012 sebanyak 120 set. *Spare part gear pump* masih menggandalkan *import* dari negara Amerika serikat dan Jerman. Ketersediaan *spare part import* sekarang ini mengalami kendala yaitu barang *indent* 3-6 bulan, harga mahal dan waktu pengiriman lama.

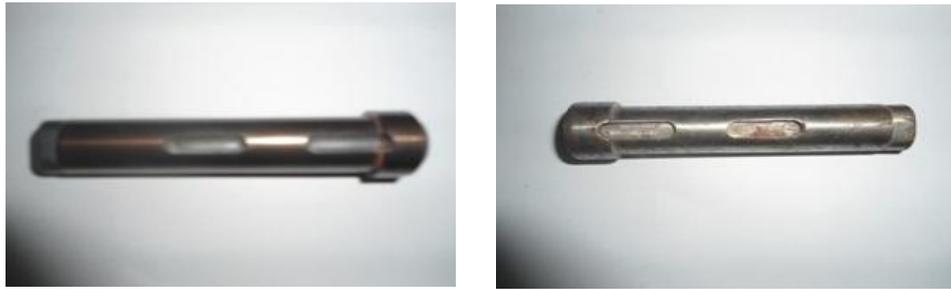
Masalah ketersediaan *spare part import* di PT.Asia Pasific Fibers diatasi dengan membuat *spare part* lokal kerena pengadaan barang cepat, harga murah dan pengiriman barang tidak lama.*Shaft gear pump* dibuat lokal karena sering mengalami kerusakan dengan harga murah Rp.125.000-250.000/pcs dibanding harga import \$216/pcs, waktu pembuatan dan pengiriman cepat. Kendala dari *shaft gear pump* lokal adalah kualitas material yang kurang bagus yaitu kekerasan dan koefisien muai yang rendah sehingga menyebabkan terhentinya putaran gear pump secara mendadak.(wawancara Rois Masduki, 2012)

Peningkatan sifat mekanis *shaft gear pump* lokal dapat dilakukan dengan perlakuan permukaan. Pelapisan permukaan shaft dilakukan secara *hard chromium plating*, semprot panas dengan *molybdenum*, pemberian *metal composites*, *ceramic composites* sebagai pelapis permukaan (Mollenhauer, 1997). Peningkatan sifat mekanis bisa bertambah dengan perlakuan panas (*heat treatment*).Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dalam dapat dihilangkan, besar butir dapat diperbesar atau di perkecil, ketangguhan ditingkatkan atau dapat dihasilkan permukaan yang keras di sekeliling inti yang ulet (Amstead B.H dkk, 1981). Penelitian ini untuk peningkatan kekerasan dan koefisien muai shaft gear pump lokal dengan proses *heat treatment*.Diharapkan material lokal dapat menyaingi kualitas material *import*.

2. METODELOGI PENELITIAN

Bahan dari penelitian adalah *Shaft Gear Pump Original* dan *Shaft Gear pump Lokal* yang ditunjukkan pada **Gambar 1**. Material *shaft gear pump original* digunakan sebagai bahan dasar

penelitian. *Shaft gear pump Original* dijadikan referensi untuk hasil datanya sebagai komparasi dengan *Shaft gear pump* lokal apakah terjadi perbedaan sifat mekanis dan komposisi kimia



Gambar 1. a). *Shaft Gear Pump Original* b). *Shaft Gear Pump Lokal*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia material *shaft gear pump original* dan *shaft gear pump* lokal yang selanjutnya akan dianalisa unsur kandungan kimia yang terdapat pada material masing-masing. Material *shaft gear pump original* nantinya sebagai pembanding dengan material *shaft gear pump* lokal secara komposisi kimianya. Hasil uji komposisi kimia material *shaft gear pump original* ditampilkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil uji komposisi kimia *shaft gear pump original*

Paduan	Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Co	Ni	Mo	Cu
<i>shaft gear pump original</i>	89,9	1,56	0,6	0,24	0,02	0,04	4,76	0,06	0,14	4,56	0,143

Hasil pengujian komposisi kimia *shaft gear pump original* menunjukkan bahwa kandungan unsur besi 89,9 % wt, karbon 1,561 % wt, silikon 0,603 % wt dan Chrome 4,761 % wt. Unsur Fe dan C serta Cr mendominasi dari unsur lainnya, unsur itu berpengaruh terhadap sifat mekanik materialnya. Data hasil pengujian komposisi kimia material *shaft gear pump* lokal., ditampilkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Uji Komposisi kimia *shaft gear pump* lokal

Paduan	Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Co	Ni	Mo	Cu
<i>shaft gear pump</i> lokal	95,7	0,37	0,17	0,64	0,03	0,01	0,79	0,03	1,83	0,2	0,23

Hasil pengujian komposisi kimia material *shaft gear pump* lokal dibandingkan dengan material *shaft gear pump original*. mengalami perbedaan dari unsur, yang dominan yaitu besi (Fe), karbon (C), Chrome (Cr), dan Molybdenum (Mo). Pada unsur besi mengalami kenaikan sedangkan unsur karbon, chrome dan molybdenum mengalami penurunan, ini akan berpengaruh terhadap sifat mekanis khususnya kekerasan.

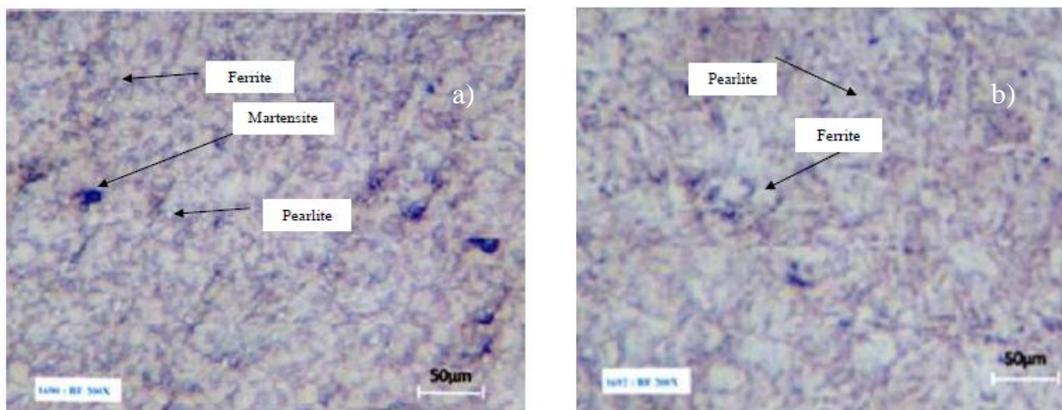
Pada *shaft gear pump original* nilai karbon lebih tinggi, semakin besar prosentase karbon, maka kekerasan dan kekuatan tarik semakin tinggi, tetapi keuletan dan ketangguhan semakin rendah (Callister, 2008). Pada *shaft gear pump original* nilai chrom juga lebih tinggi dibanding *shaft gear pump* lokal semakin tinggi nilai unsur chrom dan molybdenum maka kekuatan tarik semakin tinggi, juga dapat mencegah korosif dan tahan terhadap panas. Apabila ditinjau dari uji komposisi kimia, material *shaft gear pump original* termasuk jenis AISI M48 karena semua kandungan komposisinya masuk dalam klasifikasi dalam tabel. (ASM Vol.1 2005). Material AISI M48 merupakan baja jenis *tool steel* diaplikasikan untuk membuat alat alat konvensional, baja ini mempunyai nilai kekerasan 67-69HRC (ASM Vol.1 2005). Material *shaft gear pump* lokal dilihat dari uji komposisi kimia termasuk jenis AISI 4140 yang merupakan baja karbon, bila dilihat dari

jumlah karbon baja ini termasuk baja karbon sedang yang diaplikasikan pada crankcases, konstruksi dan permesinan. (Amin, 2012)

3.2 Pengujian Struktur Mikro *Shaft Gear Pump*

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk melihat struktur mikro material *shaft gear pump original* dan buatan lokal baik sebelum dan sesudah mengalami perlakuan panas. Hasil struktur mikro *shaft gear pump*

Hasil pengamatan struktur mikro material *shaft gear pump original* ditampilkan pada **Gambar 2.a** dengan pembesaran 200X. Struktur mikro untuk *shaft gear pump original* didominasi butir-butir ferit yang berwarna terang, sedangkan fasa *perlit* lebih berwarna gelap dan fasa martensit yang berwarna hitam, ini sesuai dengan hasil uji komposisi, dimana unsur C sebanyak 1,56 % dan Chrom 4,76 Butir *ferit* cenderung lebih halus sedangkan butir *perlit* lebih kasar.

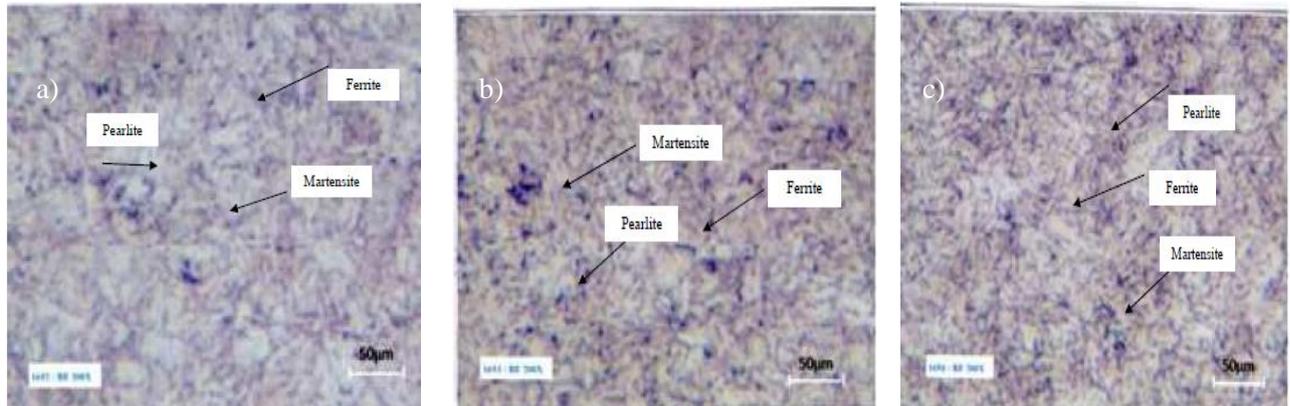


Gambar 2. Stukturmikro *Shaft Gear Pump* a). Original b). local

Hasil pengamatan struktur mikro material *shaft gear pump* lokal ditampilkan pada **Gambar 2.b**, Struktur mikro untuk *shaft gear pump* lokal tanpa pelakuan panas didominasi butir-butir ferit yang berwarna terang, sedangkan fasa *perlit* lebih berwarna gelap, ini sesuai dengan hasil uji komposisi, dimana unsur C sebanyak 0,37 % dan nikel 1,83 Butir *ferit* cenderung lebih halus sedangkan butir *perlit* lebih kasar. *Shaft gear pump* lokal tanpa *haet treatment* merupakan struktur awal dari proses perlakuan panas dimana semua daerah *shaft gear pump* hanya terdapat unsur *perlit* dan *ferit* saja. Kandungan struktur tersebut menyebabkan *shaft gear pump* memiliki keuletan tinggi. *Ferit* adalah salah satu fasa penting di dalam baja yang bersifat lunak dan ulet sedangkan struktur *perlit* mempunyai sifat yang keras karena mengandung karbon.

Hasil pengamatan struktur mikro material *shaft gear pump* lokal penahanan waktu 2 jam ditampilkan pada **Gambar 3.a**. Struktur mikro *shaft gear pump* lokal dengan holding time 2 jam menunjukkan bahwa struktur-struktur *perlit* jumlahnya semakin banyak dan ukuran butirannya mulai merata di sepanjang penetrasi walaupun pada sisi *perlit*nya masih terdapat banyak ferit dan fasa martensit timbul. Peningkatan jumlah *pearlite* yang lebih banyak dibandingkan dengan struktur mikro material awal dapat terjadi karena adanya pengaruh penambahan unsur karbon ke dalam material selama proses difusi intertisi karbon.

Hasil pengamatan struktur mikro material *shaft gear pump* lokal dengan penahanan waktu 4 jam ditampilkan pada **Gambar 3.b**. Struktur Mikro *Shaft Gear Pump* Lokal HT 4 jam menunjukkan bahwa peningkatan jumlah *pearlite* yang paling banyak dibandingkan dengan struktur mikro yang lain, selain itu penetrasi dari karbon juga cukup dalam dan butiran butiran pada *perlit* ukurannya lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi sebelumnya. Dengan ukuran butir yang lebih besar maka kekerasan yang dihasilkan juga akan lebih besar.



Gambar 3. Struktur Mikro Shaft Gear Pump Lokal a) 2 jam b) 4 jam c) 6 jam

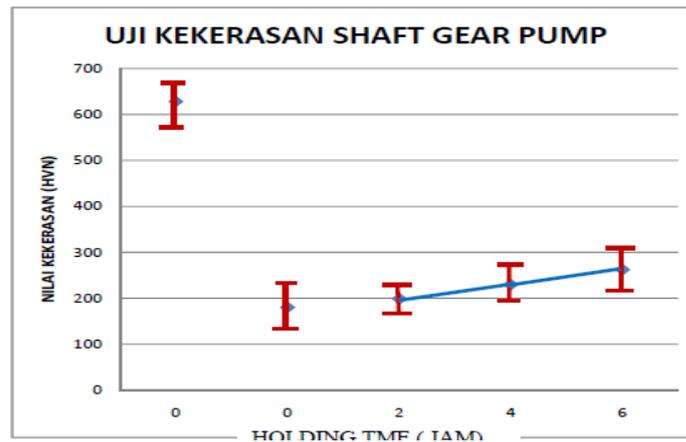
Hasil pengamatan struktur mikro material *shaft gear pump* lokal dengan penahanan waktu 6 jam ditampilkan pada **Gambar 3.c**. Struktur mikro *shaft gear pump* lokal dengan penahanan waktu 6 jam dapat dilihat dengan mikroskop logam menunjukkan warna terang adalah *ferrite* dan warna gelap adalah *pearlite*, warna hitam adalah *martensit*. Pada struktur *ferrite* lebih banyak dibandingkan dengan struktur *pearlite*, hal ini menunjukkan pada spesimen *shaft gear pump* dapat dilakukan *treatment* dikarenakan kandungan *ferrite* yang masih banyak. Pertumbuhan butir bertambah besar dengan bertambahnya waktu apabila suhu menimbulkan gerakan atom yang cukup signifikan. Jika laju pendinginan lambat atom karbon dapat berdifusi dan membentuk struktur yang kasar. Pada suhu normal material berbutir halus lebih kuat dibandingkan material yang berbutir kasar (Van Vlack, 2001). Masukan panas sangat tergantung dengan besar kecilnya temperatur, semakin besar temperatur maka masukan panas akan semakin besar. Masukan panas yang besar menyebabkan lambatnya pendinginan sehingga terbentuk struktur ferit dan perlit yang kasar (Asfarizal, 2008). Kekuatan baja ferit – perlit sangat tergantung pada besar kecilnya butir ferit, karena itu tindakan memperhalus butir adalah tindakan tepat dalam usaha memperbaiki kekuatan dan ketangguhan baja ferit – perlit (Wirjosumarto, 2008).

Pengaruh unsur karbon sangat penting, semakin besar prosentase karbon maka kekerasan dan kekuatan tarik semakin tinggi, tetapi keuletan dan ketangguhan semakin rendah (Callister, 2008). Dan apabila ditinjau dari uji komposisi kimia, material *shaft gear pump* lokal termasuk jenis baja AISI 4140 karena semua kandungan komposisinya masuk dalam klasifikasi. Ukuran dan jumlah nodul grafit yang terbentuk selama pembekuan dipengaruhi oleh jumlah karbon, jumlah inti grafit, dan pilihan praktik inokulasi. Unsur silikon, nikel berpengaruh pemicu pembentukan grafit, serta berpengaruh pada tingkat kekerasan ferit. Unsur mangan berfungsi sebagai penstabil perlit dan kekuatan meningkat tetapi mengurangi keuletan dan kemampuan permesinan. (ASM vol. 1, 2007).

Quenching dengan pendinginan langsung memakai gramus dapat mempengaruhi kekerasan permukaan benda uji, hal tersebut dapat diketahui dengan melihat hasil kekerasan benda uji. Pada proses pengerasan suatu material akan diperoleh hasil yang maksimal bila dicapai struktur martensit. Dan struktur martensit ini hanya dapat dicapai dari fase austenit yang didinginkan dengan cepat. Dengan pendinginan yang cepat dari temperatur austenit maka diperoleh bentuk kristal BCC yang tergeser menjadi BCT akibat perbedaan temperatur yang tinggi (Callister, 2008).

3.2 Hasil Pengujian Kekerasan Shaft Gear Pump

Pengujian kekerasan dilakukan dengan mengambil sebanyak 5 titik dipermukaan *shaft gear pump*. Dengan menggunakan metode *Vickers hardness* dengan beban 200 N dan penetrator kerucut intan 120°.



Gambar 4. Hasil uji kekerasan material *shaft gear pump*

Data kekerasan spesimen *shaft gear pump original*, buatan lokal dengan waktu penahan 2, 4 dan 6 jam dalam bentuk grafik ditunjukkan pada **Gambar 4**. Untuk waktu penahan 6 jam kekerasan *shaft gear pump* lokal mendekati kekerasan *shaft gear pump original*, walaupun nilainya masih jauh dibawahnya. *Shaft gear pump* lokal, dengan temperatur tempering 700°C dengan penahanan waktu 6 jam memiliki nilai yang paling optimal bila dibandingkan dengan temperatur tempering 700°C dengan waktu penahanan 2 jam dan 4 jam dengan peningkatan kekerasan 45,52%. Nilai kekerasan *shaft gear pump* lokal semakin lama waktu penahanan nilai kekerasan semakin meningkat.

Meningkatkan kekerasan material *shaft gear pump* lokal dengan proses perlakuan panas dengan temperatur austenite 1000°C selama 2 jam diquenching dengan gramus kemudian ditempering tempatur 700°C selama 2,4,6 jam, penahan waktu 2 jam kekerasan material *shaft gear pump* lokal naik sebesar 10,34% dari *shaft gear pump* tanpa perlakuan panas sedangkan dengan penahanan 4 jam naik sebesar 27,43%. Material *shaft gear pump* lokal dengan penahanan waktu 6 jam memiliki nilai yang paling optimal bila dibandingkan dengan penahan 2 dan 4 jam dengan peningkatan kekerasan 45.52%. Nilai kekerasan ini masih jauh dari *shaft gear pump original*, yaitu nilai rata-rata kekerasan *shaft gear pump original* 627,95HVN dan nilai rata-rata kekerasan *shaft gear pump* lokal, perlakuan panas waktu penahanan 6 jam 262.14HVN. Meskipun telah dilakukan perlakuan panas, nilai kekerasan tertinggi material *shaft gear pump* lokal dengan metode austempering belum bisa menyamai nilai kekerasan *shaft gear pump original*, hal ini disebabkan karena terdapat perbedaan komposisi kimia yang sangat tinggi pada kandungan karbon (C), Chorme (Cr) dan Molibdenun (Mo)

4. KESIMPULAN

1. Material *shaft gear pump original* dan *shaft gear pump* lokal dari Komposisi kimia berbeda, *shaft gear pump original* dapat digolongkan tool steel grade AISI M48 sedangkan lokal digolongkan *corban steel* sedang yaitu grade SAE-AISI 1040.
2. Sifat mekanik material *shaft gear pump* lokal, dengan proses *heat treatment* peningkatan nilai kekerasan optimum pada waktu penahanan 6 jam, nilai kekerasannya sebesar 262.14HVN meningkat 45,52% dibanding dengan *shaft gear pump* lokal tanpa *heat treatment*, dan masih dibawah nilai kekerasan *shaft gear pump original*.
3. Nilai kekuatan tarik *shaft gear pump* lokal yang paling optimum pada penahanan waktu 6 jam dengan nilai kekuatan tarik 90.5 Kg/mm² meningkat 42.8% dibanding *shaft gear pump* lokal tanpa perlakuan panas harga lebih murah dari *shaft gear pump original*.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Metals Handbook. (1990-1, 2005-2), “*Vol 01 : Properties and Selection Irons, Steels, and High-Performance Alloys*”, ASM Internationa
- Amstread, BH. dkk. (1995), *Teknologi Mekanik* edisi ketujuh oleh Ir. Sriati Djaprie, M.Met. Erlangga, Jakarta.
- Departement Mekanik., 2012., PT. Asia Pasifik Fiber., Kendal Semarang.
- Mollenhauer, D.H., 1997, “Interlaminar Deformation at a Hole in Laminated Composites: A Detailed Experimental Investigation Using Moiré Interferometry,” Doctor of Philosophy Dissertation available for download at the Virginia Polytechnic Institute and State University library’s
- Callister, D William. (2008), “*Material Science and Engineering*”, John Willey and Sons Inc, New York.
- Wirjosumarto, H., Okumura T., (2008), *Teknologi Pengelasan Logam*, Cet. 10, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Van Vlack, Lawrence, 1985, *Elements Of Materials Science and Engineering 5th Edition*, USA: Addison-Wesley Publishing Company