

PENGARUH PEMANASAN PADA ROCKER ARM MESIN DIESEL MODEL TF 75/85 MATERIAL S48C TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

Sumiyanto

Dosen Tetap Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri - Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jl. Moh Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta 12640, Indonesia
E-mail: sumiyantoistn@yahoo.com

ABSTRACT

A long with growth of technology in this century, so the infortant thing that have to look in industry is known about Characteristic of mechanical from the material is used here, the material is S48C.

The material of S48C is used to Rocker Arm material from diesel engine TF 75/85. after the material had done machine proses then warning in temperature 900oC. The warning have some exsperiment, such as: Micro Struktire, Hardness test, chemitri Composition.

The result of Rocker Arm exsperimental before warning have averathe 142.4 BHN, after warning had done, the hardness increase become 201.2 BHN.

Keywords: *Micro Struktire, Hardness test, chemitri Composition*

PENDAHULUAN

Dengan berkembangnya dunia industri khususnya pada industri logam, dituntut adanya suatu kualitas yang baik pada logam itu sendiri. Pada saat ini baja masih merupakan logam yang paling dominan dalam bidang pemesinan. Dalam pemakaian teknik diperlukan memilih jenis logam dan paduan dengan sifat-sifat yang sesuai untuk operasi sehingga pemakaiannya dapat memberikan keinginan yang layak.

Dalam hal ini baja S48C merupakan material yang digunakan pada *Rocker Arm* mesin diesel model TF 75/85. *Rocker Arm* berfungsi untuk membuka *section* dan *exhaust valve* dengan tujuan memberikan masukan udara dan buangan gas buang ke dalam maupun keluar ruang bakar. Oleh karena itu di butuhkan suatu material yang benar-benar dapat diandalkan, dalam hal ini mempunyai tingkat kemampuan sesuai yang di inginkan.

Pada dasarnya *Rocker Arm* terbagi dalam dua bagian antara lain *Section* dan *Exhaust*. Pada prosesnya, *Rocker Arm* mengalami deformasi plastis yang disebabkan adanya berubahnya struktur mikro maupun tingkat kekerasan dari material S48C itu sendiri yang dikarenakan adanya perlakuan panas terhadap *Rocker Arm* tersebut.

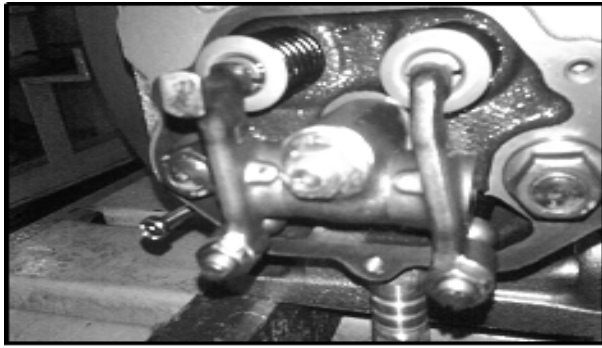
Pokok permasalahan dan batasanya pada penelitian ini adalah bagaimana mendapatkan struktur mikro maupun tingkat kekerasan dari *Rocker Arm* untuk mesin diesel model TF 75/85 sesuai yang di inginkan.

Maksud dan tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur mikro maupun tingkat kekerasan dari *Rocker Arm* mesin Diesel model TF 75/85 tersebut, yang belum maupun yang telah dilakukan pemanasan.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi dan Fungsi *Rocker Arm*

Rocker Arm adalah lengan pengetuk yang digunakan untuk membuka *valve section* maupun *exhaust* dari *engine*. Oleh karena itu dikatakan bahwa dalam pemilihan material yang diambil dari S48C harus benar-benar mampu melakukan kerja sebagaimana mestinya nanti. Proses pengetukan valve atau katup yang terjadi pada engine dilakukan oleh *Rocker Arm* sendiri, sehingga pada dasarnya kekerasan dan struktur mikro dari material *Rocker Arm* itu merupakan hal penting yang harus di perhatikan. Gambar 1 di bawah ini menunjukkan *section* dan *exhaust* dari *Rocker Arm*.



Gambar 1. Section dan Exhaust Rocker Arm

Material yang Digunakan

Pada dasarnya material yang digunakan pada *Rocker Arm* harus sangat diperhatikan. Dalam hal ini material yang di gunakan adalah baja karbon rendah (S48C), dengan kekuatan tarik sebesar 480 N/mm². Baja merupakan logam yang paling banyak di gunakan dalam teknik baik dalam bentuk pelat, lembaran, pipa, batang dan lain sebagainya. Baja pada umumnya merupakan paduan yang terdiri dari besi karbon dan unsur lainnya. Baja dapat dibentuk melalui pengecoran atau penempaan. Berdasarkan komposisi kimia, logam dan paduan dapat dibagi menjadi dua group, yaitu logam-logam besi dan logam-logam non-besi. Logam-logam besi merupakan logam dan paduan yang mengandung besi (*Fe*) sebagai unsur utama. Yang termasuk logam dan paduannya adalah:

- Besi Tuang (Cast Iron)
- Baja Karbon (Carbon Steel)
- Baja Paduan (Alloy Steel)
- Baja Special (Special Steel)

Perbedaan keempat logam dan paduan besi diatas dapat dilihat pada table 1. di bawah ini:

Tabel 1. Pembagian Baja Menurut Komposisi

NO.	Paduan dan Baja	Komposisi Kimia (%)
1	Baja karbon :	
	- Baja karbon rendah	0.03 - 0.35 %C 0.25 - 1.5 %Mn
	- Baja karbon medium	0.35 - 0.55 %C + 0.25 - 0.30 %Si
	- Baja karbon tinggi	0.55 - 1.70 %C 0.04 %P (max) 0.05 %S (max)
2	Baja paduan :	
	- Baja paduan rendah	Seperti pada baja karbon rendah + Elemen-elemen pemadu kurang dari 4% Seperti :Cr, Ni, Mo, Cu, Al, Ti, V, Nb, B, W dan lainnya.
	- Baja paduan medium	Seperti pada baja paduan rendah, tetapi jumlah elemen-elemen pemadu di atas 4%.
3	Baja Special :	
	- Baja stainless	a. Ferritik (12 - 30 %Cr dan kadar C rendah). b. Martensitik (12 - 17 %Cr dan 0.1 - 1.0 %C) c. Austenitik (17 - 25 %Cr dan 8 - 29 %Ni) d. Duplex (23 - 30 %Cr, 2.5 - 7 %Ni + Ti dan Mo) e. Presipitasi (seperti pada austenitik + elemen pemadu :Cu, Ti, Al, Mo, Nb atau N).
	- Baja perkakas	General purpose tool steel, dies steel, high speed steel.

Komposisi Standart Baja S48C

Pada tabel di bawah ini menunjukkan struktur dari komposisi kimia pada material S48C.

Tabel 2. Komposisi Kimia S48C

Specification	Symbol	Chemical composition %						
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
JIS G 4051	S48C	0.45-0.51	0.15-0.35	0.60-0.90	0.030max.	0.035max.	—	—
	S50C	0.47-0.51	0.15-0.35	0.60-0.90	0.030max.	0.035max.	—	—
JIS G 4105	SCM440	0.38-0.43	0.15-0.35	0.60-0.85	0.030max.	0.030max.	0.90-1.20	0.15-0.30

Pada penelitian ini, baja yang dipakai adalah baja karbon sedang yang mengandung unsur pemadu S48C seperti yang diperlihatkan pada table 2. di atas.

Pengaruh Unsur Pemadu

Efek-efek spesifik yang lain pada beberapa elemen-elemen yang penting dapat ditemukan dalam baja:

a. Karbon (C)

Karbon adalah unsur peneras yang utama didalam baja. Kenaikan kandungan karbon akan mengeraskan baja, dengan itu kekuatan tarik (*tensile strength*) juga akan naik meningkatkan keuletan (*ductility*) dan sifat mampu las (*weldability*) akan menurun dengan naiknya kandungan karbon.

b. Silikon (Si)

Silikon memberikan kontribusi (sumbangan) yang sangat besar pada baja, sebab sebagai deoksidasi. Bilamana ditambahkan dengan jumlah yang diatas 2,5%. Kekuatan baja akan semakin meningkat tanpa kehilangan ductility (keuletannya) Si yang melebihi 2,5% akan menyebabkan kerapuhan, dan apabila jumlahnya lebih besar dari 5%.

c. Mangnan (Mn)

Unsur ini dapat berfungsi sebagai deoksidasi dari baja, unsur ini dapat mengikat sulfur dengan membentuk senyawa MnS yang titik cairnya lebih rendah dari titik cair baja. Akibatnya unsur Mn dapat mencegah terjadinya kegetasan pada suhu tinggi (*hot shortness*) terutama pada proses panas. Disamping itu Mn manguatkan fasa ferit.

d. Phospor (P)

Membuat baja mudah mengalami retak dingin (*cold chrtness*) atau getas pada suhu rendah, sehingga tidak baik untuk baja yang diberi beban benturan pada suhu rendah. Tetapi efek baiknya adalah menaikkan fluiditas yang membuat baja mudah dirol panas. Kadar P dalam baja biasanya

kurang dari 0,05%.

e. Sulfur (S)

Dapat menjadikan baja getas pada suhu tinggi. Karena itu dapat merugikan baja yang dipakai pada suhu tinggi, di samping menyulitkan pengerjaan seperti dalam pengerolan panas atau proses lainnya. Kebanyakan kadar S harus di buat serendah-rendahnya yaitu lebih rendah dari 0.05%.

f. Chrom (Cr)

Unsur ini dapat menaikkan ketahanan korosi dan oksidasi, disamping meningkatkan kekuatan suhu tinggi dan sifat *creep*.

g. Molebdenum (Mo)

Unsur ini dapat menguatkan fasa ferit dan menaikkan kekuatan baja tanpa kehilangan keuletan. Dapat berfungsi sebagai penstabil karbida sehingga mencegah terjadinya grafit pada pemanasan yang lama. Oleh karena itu penambahan Mo kedalam baja dapat menaikkan kekuatan dan ketahanan creep pada suhu tinggi.

Sifat-Sifat Material

Telah diketahui bahwa setiap material pasti mempunyai tiga sifat, antara lain sifat mekanik, fisik dan teknologi. Sedangkan secara umum sifat material hanya terjadi atas dua macam yaitu, Sifat mekanis dan sifat fisik:

a. Sifat Mekanik

Sifat Mekanik adalah sifat yang menyatakan bagaimana bahan itu bersikap terhadap gaya atau tekanan yang bekerja padanya. Sifat mekanis material yang paling umum diantaranya adalah Ketangguhan, Keuletan, Kekerasan, Regangan.

b. Sifat Fisik

Sifat fisik yang termasuk dalam kategori ini adalah sifat-sifat Listrik, Magnet, Optik, Panas, Lentur. Sifat fisik material tergantung pada dua hal yaitu Struktur Bahan dan Prosesnya.

Dalam membahas tentang material, maka ada hubungan yang saling diperlukan dan saling berkait satu sama lainnya yaitu antara Struktur, Sifat Mekanis, dan Proses. Struktur suatu bahan atau material pengamatannya dilakukan dari beberapa tingkat studi yang menyangkut hal-hal sebagai berikut: Struktur Atom, Susunan Atom, Struktur Butiran, Struktur Fasa.

Klasifikasi Baja

Telah jelas bahwa setiap material yang ada

akan mempunyai sifat-sifat dari material tersebut. Seperti yang telah di jelaskan di atas tadi bahwa dalam hal ini material yang di gunakan adalah S48C tersebut tergolong pada baja karbon sedang. Sedangkan untuk baja sendiri mempunyai tiga golongan antara lain:

a. Baja Karbon

- 1). Baja karbon rendah, dengan kadar karbon 0,08 ÷ 0,35%
- 2). Baja karbon sedang, dengan kadar karbon 0,35 ÷ 0,50%
- 3). Baja karbon tinggi, dengan kadar karbon 0,55 ÷ 1,7%
(Mn (0,25-1,5%), Si (0,25-0,8%), P (0,04%), S (0,05%))

b. Baja Paduan

- 1). Baja paduan rendah: elemen-elemen pepadunya < 4 %, seperti Cr, Ni, Mo, Cu, Al, Ti, V, B, W, dan sebagainya.
- 2). Baja paduan sedang: elemen pepadunya > 4%.

c. Baja Special

- 1). Baja stainless:
 - a). Feritik (12÷30)%Cr dan kadar C rendah
 - b). Martensitik (12÷17)%Cr dan (0,1÷1)%C
 - c). Austenitik (17÷25)%Cr dan (8-20)%Ni
 - d). Duplex (23÷30)%Cr dan (2,5-7)%Ni + Ti dan Mo
 - e). Presipitasi (karbon ditambah pepadunya : Cu, Ti, Al, Mo dll.
- 2). Baja perkakas:
 - a). Generak purpose dan steels
 - b). Die steels
 - c). High speed steels
(C (0,85 ÷ 1,25)%, W(1,5 - 20)%, Mo(4-9,5)%, Cr(3-4,5)%)

Proses Heat Treatment

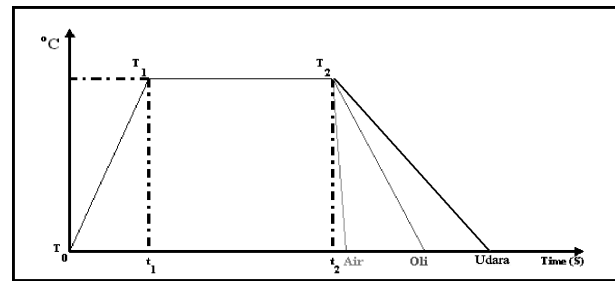
Perlakuan panas (*Heat Treatment*) adalah suatu proses untuk merubah struktur dan sifat logam dengan jalan memanaskan logam sampai suhu tertentu, kemudian didinginkan dengan media pendingin udara maupun media pendingin air, sehingga menghasilkan sifat-sifat tertentu yang diinginkan antara lain: Sifat Keras atau Sifat Ketahanan Logam Terhadap Penekanan. *Heat treatment* atau perlakuan panas pada dasarnya mempunyai tujuan untuk merubah struktur dan

sifat-sifat dari suatu material tersebut. Pengaruh temperatur pada dasarnya sangat berpengaruh penting terhadap hasil dari perlakuan panas yang dikenakan terhadap material, sehingga hasil dari perlakuan panas yang dilakukan tersebut akan memberikan hasil sesuai yang di inginkan. Di samping itu perlakuan panas yang terjadi akan membuat struktur mikro dari material tersebut mengalami difusi atau pergerakan atom di dalam material. Struktur mikro yang dihasilkan dari perlakuan panas tersebut akan mempengaruhi sifat mekanis logam, karena pengaruh sifat-sifat dari fasa-fasa tersebut akan saling berinteraksi satu sama lain. Fasa yang lebih kuat akan menghambat slip dan menghalangi terjadinya pergeseran dalam matrik yang lemah. Hal ini dipengaruhi oleh Efek Kuantitas Fasa, Efek Ukuran Fasa, Pengaruh Bentuk Fasa dan Distribusi Fasa.

Struktur *ferit* dan *perlit* dalam baja karbon seperti yang ditunjukkan dalam diagram fasa Fe-Fe₃C, merupakan fasa-fasa yang setimbang yang dicapai melalui proses pendinginan secara perlahan-lahan. Struktur *ferit* mempunyai kekuatan dan keuletan yang cukup, sedangkan struktur *perlit* mempunyai sifat keras dan kurang ulet. Perbedaan sifat mekanis tersebut di karenakan kadar karbon dalam fasa *ferit* lebih rendah jika dibandingkan kadar karbon dalam fasa *perlit*. Dalam baja karbon kedua struktur *ferit* dan *perlit* biasanya terjadi bersama-sama, dalam hal ini sifat mekanis baja karbon akan di tentukan oleh volume fraksi dari masing-masing fasa tersebut. Struktur *martensit* atau *bainit* dalam baja terjadi karena proses pendinginan secara cepat, dan karena tidak terlihat dalam diagram fasa. Untuk menentukan struktur yang tidak setimbang seperti *martensit* atau *bainit* tersebut dapat dilakukan dengan diagram CCT.

Karena karbon dalam martensit mencapai keadaan super jenuh sehingga kekerasan sangat tinggi, dibandingkan dengan struktur *perlit*. Kekerasan yang sangat tinggi dari martensit disebabkan karena struktur martensit bertindak sebagai penghalang yang kuat terhadap pergerakan dislokasi. Disamping karena jenis fasa yang terbentuk, sifat mekanis logam juga dipengaruhi oleh morfologi struktur mikronya seperti: ukuran butiran, bentuk dan distribusi butiran logam.

Gambar 2. di bawah ini menunjukkan secara garis besar akan proses treatment yang terjadi.



Gambar 2. Heat Treatment

Jenis-Jenis Heat Treatment

Dalam proses *heat treatment* ada beberapa proses heat treatment ada beberapa macam proses yang dapat dilakukan, masing-masing proses bertujuan untuk mendapatkan sifat-sifat mekanis logam yang diharapkan. Jenis jenis proses heat treatment adalah sebagai berikut:

1) Hardening

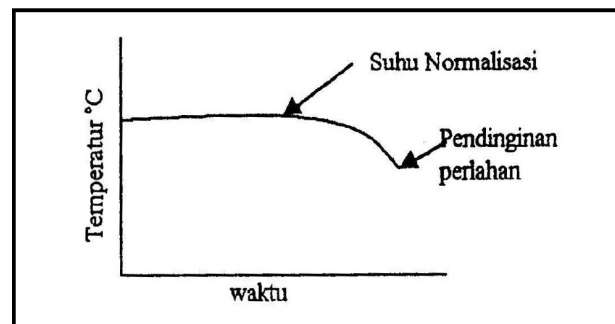
Memanaskan baja hingga seluruh fasa menjadi austenit dan kemudian didinginkan secara cepat yaitu dengan mencelupkan kedalam media pendingin seperti air, oli atau media pendingin lainnya. Tujuannya adalah mengeraskan baja.

2) Annealing

Annealing adalah proses pemanasan logam sampai suhu di atas suhu rekristalisasi (732°C), kemudian didinginkan secara perlahan. Proses ini menghasilkan *ferit* dan *pearlit* yang lunak sehingga logam menjadi lunak. *Annealing* dilakukan pada bahan-bahan yang telah mengalami proses *cool working* maupun *hot working*. pada baja karbon rendah atau kabel-kabel baja untuk menghilangkan tegangan dalam dan memperlunak bahan.

3) Normalisasi

Normalisasi adalah peristiwa memanaskan baja hingga fasa menjadi *austenit* (Y) dan kemudian didinginkan diudara hingga suhu kamar sehingga menghasilkan struktur normal dari *ferit* dan *perlit* seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Waktu dan Temperatur untuk Normalizing

Struktur butiran yang dihasilkan dari proses normalisasi akan lebih halus dan seragam, oleh karena itu normalisasi digunakan secara luas untuk menghaluskan butiran dalam baja. Metode ini dapat diterapkan pada benda uji yang telah mengalami proses pengerjaan dingin atau panas. dalam penggunaannya normalisasi dapat digunakan pada baja konstruksi, baja roll dan lainnya. Material yang mengalami penempaan tidak memiliki struktur yang sama karena jumlah beban tidak sebanding dan juga disebabkan karena pada tahap-tahap pendinginan yang tidak merata untuk benda yang ketebalannya tidak sama. Sedangkan hasil yang diperoleh dari proses Normalisasi ini adalah sifat mampu dimensi. Apabila proses pengerjaan panas ini di lakukan dengan baik pada baja dengan kandungan karbon yang lebih rendah dari 0,8 % akan terjadi struktur dengan fasa *ferit* dan *perlit*. Apabila proses pengerjaan panas ini terlalu tinggi atau waktu proses pengerjaannya terlalu lama hal ini dapat menyebabkan terbentuknya kristalit *austenit* yang berbutir kasar.

4) Tempering

Proses pemanasan kembali baja yang telah dikeraskan dengan mencelupkan atau yang telah diberi proses normalisasi. Suhu pemanasannya adalah relatif rendah yaitu dibawah suhu transformasi *eutectoid*. Tujuannya adalah untuk mengurangi kekerasan logam sehingga keuletannya (ketangguhan) logam akan naik.

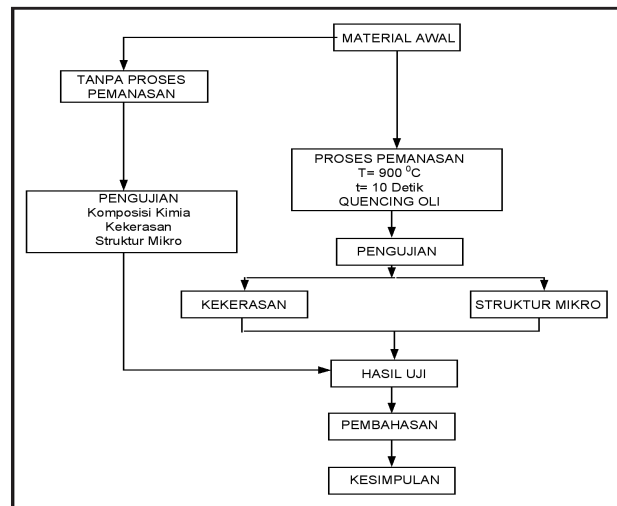
5) Spheroidisasi

Proses perlakuan ini ini diterapkan untuk memperoleh struktur mikro yang terdiri dari partikel karbida bulat yang terdispersi secara merata dalam matrik *ferit*. Baja dengan struktur ini sangat lunak dan ulet. Sifat keuletan ini sangat penting bagi baja karbon rendah dan sedang, yang akan mengalami pengerjaan dingin dan penting pula bagi baja karbon tinggi yang harus lunak sebelum mengalami pemesinan untuk kemudian untuk dikeraskan lagi. Struktur mikro spheroidisasi merupakan struktur yang paling stabil, dan terbentuk berkat pemanasan pada temperatur yang cukup tinggi untuk waktu yang relatif lama.

METODE PENGUJIAN

Diagram alir atau *flow chart* merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk melihat langkah dari suatu proses, dalam hal ini proses pengujian yang terjadi. Gambar 4. di bawah ini

menunjukkan diagram alir dari proses pengujian yang terjadi dari baja S48C yang belum dikenakan pemanasan maupun yang telah dikenakan perlakuan panas.



Gambar 4. Diagram Alir Pengujian

Pembuatan Benda uji

Dalam suatu proses pengujian pada dasarnya dibutuhkan sample atau contoh yang digunakan untuk proses pengujian tersebut. Hasil dari sampel yang belum atau telah dilakukan perlakuan panas melalui pengujian akan memberikan hasil dalam bentuk data. Data yang dihasilkan merupakan data pengujian yang akan dijadikan bahan untuk melakukan proses berikutnya. Gambar 5. di bawah ini menunjukkan sampel dari material *Rocker Arm* S48C yang belum dan telah mengalami proses perlakuan panas.



Gambar 5. Sampel material uji

Pengujian awal ini dilakukan untuk mendapatkan data awal dari material uji sebelum mengalami pemanasan, dimana hasil ini nantinya akan diperbandingkan terhadap material uji yang telah mengalami pemanasan. Adapun yang dilakukan meliputi pengujian kekerasan dan metalografi.

Proses Pengujian

Pengujian Struktur Mikro

Tujuan dari uji struktur mikro ini adalah untuk mengutarakan sifat-sifat logam dan paduannya berdasarkan gambar dan bentuk struktur mikronya. Disamping itu menyatakan benar tidaknya bentuk struktur material logam yang sebelumnya telah mengalami proses perlakuan panas maupun pengerjaan dingin serta pengelasan. Adapun tahapan dalam melakukan uji metalografi ini adalah sebagai berikut:

1) Pengamatan atau analisa pendahuluan

- a) Siapkan *spesimen*
- b) Periksa permukaan yang akan diampelas apakah sudah cukup rata. Kalau belum rata digerinda dahulu sebelum dipoles dengan amplas.

2) Memoles mekanik

- a) Siapkan alat mesin poles, dan amplas dengan bermacam-macam grit.
- b) Lakukan pengamplasan dengan grit yang lebih rendah (kasar) dan seterusnya diganti dengan grit yang lebih tinggi (halus). Misal: 80, 120, 220, 320, 400, 600 dan 800.

3) Memoles pasta (*alumina polis*)

- a) Siapkan beludru (kain wool) pada mesin poles, lalu tuangkan sedikit pasta (*alumina polis*) ke beludru (kain wool) tersebut.
- b) Selama proses pemolesan, spesimen harus digerakan secara kontinue dan diputar-putar mencegah timbulnya ekor komet (adanya goresan-goresan)

4) Pengamatan atau dengan mikroskop metalurgi

- a) Bersihkan permukaan spesimen dengan kapas yang dibasahi dengan alkohol, diusahakan jangan tersentuh permukaannya dengan tangan.
- b) Keringkan dengan permukaan spesimen tersebut dengan udara panas (*driyer*)
- c) Amati permukaan spesimen itu dengan mikroskop pada pembesaran 200X, apakah sudah kelihatan permukaannya bening tanpa cacat atau goresan-goresan, kalau masih ada ulangi pemolesan tahap, kalau tidak ada maka tahap mengetsa boleh dimulai.

5) Etsa

- a) Siapkan bejana dan larutkan kimia, tanyakan kepada asisten etsa yang sesuai dengan jenis *specimen* atau lihat dalam buku petunjuk komposisi larutan yang di gunakan.
- b) Siapkan kapas, etsa dan *spesimen* serta

siapkan *stop watch* untuk mengukur lamanya pengetsaan.

- c) Pilihlah paling sedikit 4 lokasi pada permukaan specimen, lakukan pengetsaan satu persatu dengan variasi waktu disetiap lokasi berbeda-beda, tanyakan pada asisten perkiraan waktu dari masing-masing

6) Analisa Struktur mikro

Sampel diletakan pada meja pemegang yang telah diberikan bahan plastis setelah itu sample bersama meja pemegang diletakkan pada hand press, untuk memperoleh permukaan sampel yang rata baru kemudian sampel siap dianalisa dibawah mikroskop atau pemotretan.

Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia digunakan dengan tujuan untuk mengetahui unsur pemadu dari material S48C tersebut. Komposisi kimia dari material tersebut merupakan hal yang penting dari fungsi material tersebut, karena pada dasarnya dengan adanya komposisi kimia dari material yang tepat, dalam hal ini S48C akan memberikan hasil sesuai yang diinginkan. Komposisi kimia yang terkandung dalam suatu material tersebut merupakan bawaan dari unsur pemadu material tersebut dan juga berbanding lurus terhadap sifat dari material. Karena pada dasarnya dengan adanya perlakuan panas yang terjadi pada material S48C yang mempunyai kandungan unsur pemadu awal dengan komposisi kimia yang telah ada akan berubah sendirinya dikarenakan adanya proses perlakuan panas yang terjadi pada material tersebut. Pengaruh berubahnya komposisi kimia dari material tersebut berbanding lurus dengan perubahan sifat fisik, mekanik maupun teknologi dari material tersebut. Dalam proses pengujian komposisi kimia yang digunakan adalah mesin uji *Optical Emission Spectrometer*.

Pengujian Kekerasan

Pada benda uji yang permukaannya rata dilakukan penekanan dengan menggunakan indenter. Beban yang digunakan untuk tiap jenis logam adalah berbeda tergantung metode pengukuran yang digunakan. Besarnya deformasi plastis akibat penekanan tersebut kemudian dilihat pada mikroskop pengukur. Untuk metode pengujian Brinell yang diukur adalah diameter jejaknya. Besarnya pengukuran yang diperoleh kemudian dimasukkan pada rumus yang sesuai dengan rumus masing-masing untuk menentukan kekerasan dari logam yang diuji. Sifat mekanis yang diharapkan di dapat adalah kekerasan.

Kekerasan dapat didefinisikan sebagai ketahanan logam terhadap penekanan. Kebanyakan pengujian kekerasan mengukur tahanan dari logam terhadap deformasi plastis. Biasanya indentor (alat tekan) yang di pakai berbentuk bola, piramida atau 7 konis (kerucut) yang ditekan ke permukaan logam dan kemudian luas bekas penekanan (*indentasi*) di ukur. Ada beberapa metode pengukuran kekerasan, tetapi yang umum dipakai adalah cara Brinell, Rockwell dan Vickers.

Tujuan dari uji kekerasan adalah untuk mengetahui kekerasan logam. Yaitu ukuran dari tahanan oleh logam terhadap deformasi plastis. Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan indentor yang ditekan pada benda uji dengan besar beban tertentu. Penekanan tersebut akan menyebabkan logam mengalami deformasi plastis. Apabila penekanan oleh indentor diteruskan deformasi pada benda uji akan terus berlangsung. Kemampuan benda uji menahan tekanan indentor inilah yang diartikan sebagai kekerasan dari material. Beban yang diberikan dalam uji kekerasan adalah konstan. Oleh karena itu nilai kekerasan dari benda uji akan tergantung pada luas permukaan dari benda uji yang mengalami penekanan. Makin luas bekas penekanan tersebut, maka makin rendah sifat kekerasan dari benda uji atau benda uji tersebut bersifat lunak.

Ada beberapa jenis pengujian kekerasan yang dapat dilakukan antara lain:

Pengujian Kekerasan BRINELL

Dalam pengujian Brinell, luas penampang benda uji yang mengalami tekanan dari indentor, dipresentasikan melalui persamaan:

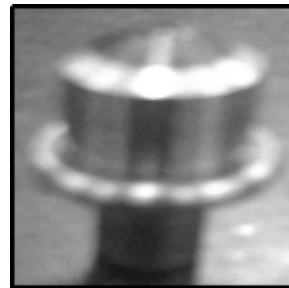
$$BHN = \frac{P}{A} \text{ (kg / mm}^2\text{)}$$

Tampak pada gambar 6. menunjukkan proses pengujian Brinell yang terjadi



Gambar 6. Pengujian Brinell pada matrial *Rocker Arm*

Untuk pengujian Brinell digunakan indentor berbentuk bola baja yang dibuat dari baja yang telah dikeraskan. Beban yang diberikan adalah antara 500-3000 Kg. Indentor bola baja yang diberikan tersebut dapat dilihat pada gambar 7. dibawah ini.



Gambar 7. Indentor Bola Baja (*Stell ball*)

Dengan demikian luas penampang dari bidang bola adalah:

A = luas bangunan yang berbentuk bidang bola, maka rumus menjadi:

$$A = (n. D / 2). \sqrt{(D^2 - d^2 -)} \text{ (mm}^2\text{)}$$

Dimana:

- ★ D = Diameter bola indentor (mm)
- d = Diameter bekas penekanan (mm)

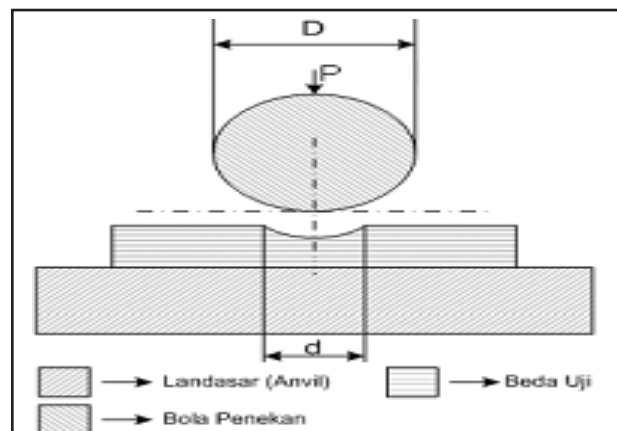
Sehingga, $BHN = \frac{P}{(n.D/2).(D - \sqrt{D^2 - d^2 - })} \text{ (kg / mm}^2\text{)}$

Dimana:

- BHN = Nilai kekerasan Brinell (kg/mm²)
- P = Beban indentasi (kg)

Perbandingan antara beban penekanan terhadap luas indentasi memberikan harga kekerasan Brinell. Logam-logam dengan kekuatan tarik yang tinggi biasanya mempunyai kekerasan yang tinggi pula.

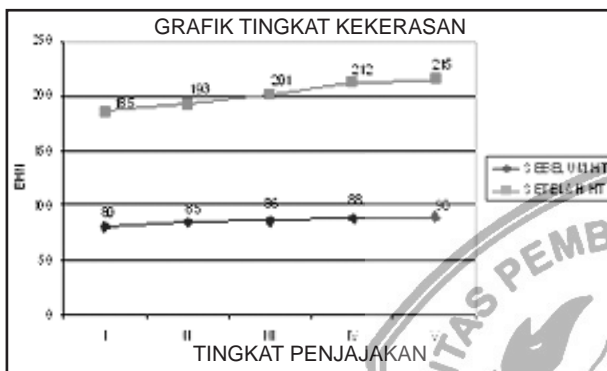
Pada gambar 8. menunjukkan skema dari pembebanan yang dilakukan dalam uji kekerasan Brinell.



Gambar 8. Skema Pengujian Kekerasan Brinell

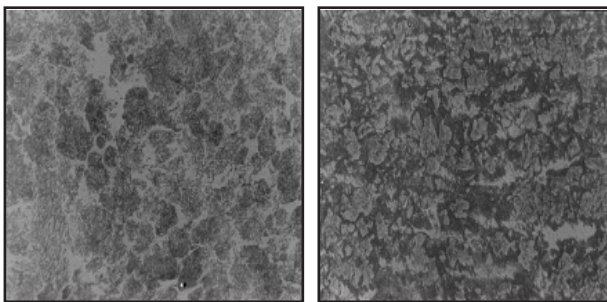
PEMBAHASAN DAN HASIL PENGUJIAN Perbandingan Pengaruh Kekerasan dan Struktur Mikro

Hasil dari uji mekanis, diperoleh bahwa nilai kekerasan dari material Rocker Arm S48C yang belum dan telah dilakukan proses perlakuan panas memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 201.2 HB dengan standart kekerasan untuk material *Rocker Arm S48C* adalah 180-230 HB. Nilai kekerasan dari material tersebut yang dilakukan dengan 5 titik penjajakan dapat terlihat pada gambar 9. di bawah ini yang menunjukkan tingkat kekerasan dari material S48C yang belum dan telah dilakukan proses perlakuan panas (*heat treatment*) dengan menggunakan metode pengujian kekerasan Brinell.



Gambar 9. Grafik nilai kekerasan dengan 5 titik penjajakan pada material yang belum dan telah dilakukan proses perlakuan panas dengan metode pengujian Brinell

Pada gambar 10. di bawah ini menunjukkan foto dari struktur mikro material *Rocker Arm S48C* yang belum dan sudah dilakukan proses perlakuan panas dengan pembesaran 500X.

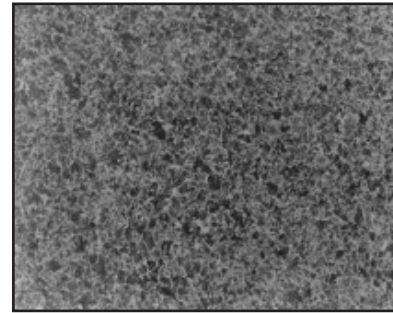


Gambar 10. Foto Struktur Mikro pada material *Rocker Arm S48C* yang belum dan sudah dilakukan proses perlakuan panas dengan pembesaran 500X

Pada gambar 10. di atas dengan pembesaran 500 X terlihat bahwa untuk material S48C yang belum dikenakan perlakuan panas struktur *ferit* lebih dominan dari pada *perlit* sedangkan setelah dikenakan perlakuan panas (*heat treatment*) pada

suhu 900 0C, struktur perlit lebih dominan dari pada ferit dimana dengan kondisi yang demikian menghasilkan logam lebih keras dengan standart kekerasan sebesar 201.2 HB.

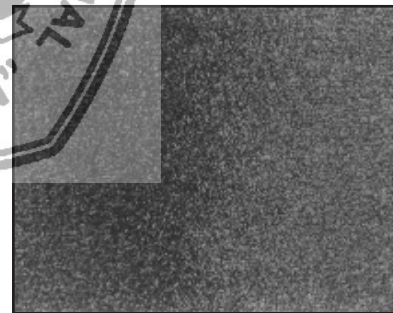
Sedangkan pada gambar 11. di bawah ini menunjukkan foto struktur mikro material S48C yang belum mengalami perlakuan panas dengan pembesaran 100 X.



Gambar 11. Foto Struktur Mikro pada material *Rocker Arm S48C* yang belum dilakukan proses perlakuan panas dengan pembesaran 100 X

Pada pembesaran 100 X untuk material S48C menunjukkan struktur butiran *ferit* lebih dominan dari pada *perlit*.

Tampak pada gambar 12. di bawah ini menunjukkan foto struktur mikro material S48C yang telah mengalami perlakuan panas dengan pembesaran 50 X.



Gambar 12. Foto Struktur Mikro pada material *Rocker Arm S48C* yang telah dilakukan proses perlakuan panas dengan pembesaran 50 X.

Pada pembesaran 50X untuk material S48C yang telah mengalami proses perlakuan panas terlihat bahwa *perlit* lebih dominan dibandingkan *ferit*.

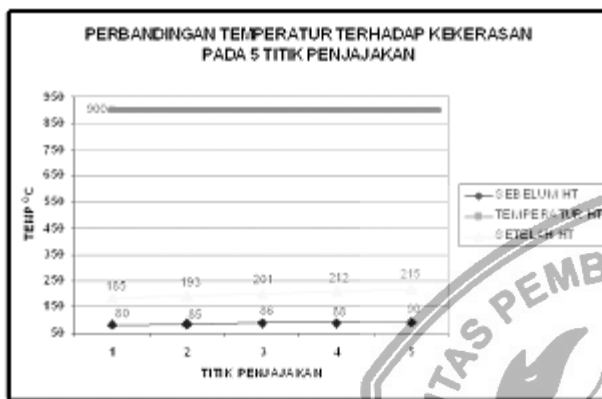
Pengaruh Temperatur Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro.

Terlihat pada tabel 3. di bawah ini menunjukkan hasil spesifikasi dari data perlakuan panas pada material *Rocker Arm*.

Tabel 3. Data Perlakuan Panas Pada Matrial *Rocker Arm*

NO	Temperature (°C)	Holding Time (Second)	Media pendingin
1	900 °C	10	Oli

Pada table 3. di atas menunjukkan akan suhu temperatur perlakuan panas yang dikenakan terhadap material S48C dari *Rocker Arm* dengan *holding time* pemanasan selama 10 *second* dan dilakukan *quenching* dengan menggunakan fluida oli. Pada gambar 13. menunjukkan hubungan antara nilai kekerasan pada material *Rocker Arm* S48C yang belum dan telah mengalami perlakuan panas dengan temperatur pemanasan 900^o



Gambar 13. Perbandingan antara nilai kekerasan material *Rocker Arm* S48C yang belum dan telah mengalami perlakuan panas terhadap temperatur pemanasan pada suhu 900^oC

Pada gambar 13. di atas menunjukkan grafik perbandingan antara tingkat kekerasan material S48C yang belum dan telah di lakukan perlakuan panas (*heat treatment*) dengan suhu 900^oC.

Tabel 4. di bawah ini menunjukkan angka kekerasan dari material *Rocker Arm* S48C dengan 5 titik penjajakan dengan kondisi sebelum dan setelah di lakukan pengerjaan panas (*heat treatment*).

Tabel 4. Hasil Pengujian Kekerasan Brinell

SEBELUM PERLAKUAN PANAS				
Kode sampel	Penjajakan	Kekerasan Brinell (BHN)	Rata-rata (BHN)	Keterangan
Sample code	Indentation	Brinell Hardnes Number (BHN)	Avarage	Remarks
A	I	80	85.8	Beban penjajakan = 100 Kg
	II	85		
	III	86		
	IV	88		
	V	90		
SETELAH PERLAKUAN PANAS				
Kode sampel	Penjajakan	Kekerasan Brinell (BHN)	Rata-rata (BHN)	Keterangan
Sample code	Indentation	Brinell Hardnes Number (BHN)	Avarage	Remarks
B	I	185	201.2	Beban penjajakan = 100 Kg
	II	193		
	III	201		
	IV	212		
	V	215		

Komposisi Kimia Baja karbon Sedang Pada *Rocker Arm*

Rocker Arm yang dipakai pada mesin TF 75/85 adalah baja S48C termasuk baja karbon sedang dengan kadar karbon (C) 0.382%, Silikon (Si) 0.271%, Sulfur (S) 0.006%, Phosphorus (P) 0.021%, Manganese (Mn) 0.812% unsur paduan utama dari *Rocker Arm* tersebut adalah Karbon dan Mangan.

Tabel 5. Komposisi Kimia Pada Material *Rocker Arm* S48C

No	Komposisi Kimia	Kadar %
1	Carbon (C)	0.382
2	Silicon (Si)	0.271
3	Sulfur (S)	0.006
4	Phosphorus (P)	0.021
5	Manganese (Mn)	0.812
6	Nickel (Ni)	0.005
7	Chromium (Cr)	0.15
8	Molybdenum (Mo)	0.0005
9	Vanadium (V)	0.0002
10	Copper (Cu)	0.01
11	Niobium (Nb)	0.0002
12	Aluminium (Al)	0.02
13	Titanium (Ti)	0.005
14	Iron (Fe)	98.162

KESIMPULAN

Material yang di gunakan dalam pengujian adalah material *Rocker Arm* S48C dengan suhu pemanasan sebesar 900^oC dalam waktu 10 detik. *Quenching* yang dilakukan pada material S48C tersebut adalah dengan menggunakan media fluida (*oli*).

Pengujian yang dilakukan terhadap material S48C dari *Rocker Arm* meliputi pengujian kekerasan dengan menggunakan mesin Brinell dan pengujian struktur mikro dengan pembesaran 50X, 100X dan 500X untuk kondisi sebelum maupun sesudah dilakukan proses perlakuan panas (*heat treatment*).

Kekerasan rata-rata untuk material *Rocker Arm* S48C yang belum dikenakan perlakuan panas adalah 85.8 HB, sedangkan untuk yang telah mengalami perlakuan panas adalah sebesar 201.2 HB. Dimana standart kekerasan material *Rocker Arm* S48C dari PT.X adalah 180–230 HB.

Pada pembesaran 500 X, foto dari struktur

mikro material *Rocker Arm* S48C yang belum dikenakan perlakuan panas menunjukkan bahwa *ferit* lebih dominan dari pada *perlit* sedangkan yang telah di kenakan perlakuan panas (*heat treatment*) pada suhu 900⁰C, struktur *perlit* lebih dominan dari pada ferit

Pada pengujian dari *Rocker Arm* didapat komposisi kimia dengan kadar C 0.382%, Si 0.271%, S 0.006%, P 0.021%, Mn 0.812%, Ni <0.005%, Cr 0.150%, Mo <0.005%, Ti 0.005%, Cu 0.010%, Nb <0.002%, V <0.002%, Al 0.020%, Fe 98.162%, *Rocker Arm* tersebut merupakan Baja karbon sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Mechanical Engineers Section II Parte D, Material. New York, 1995.
- Karl Erik Thelning, Steel and Its Heat Treatment. Bofors Handbook, Butterworths. 1981
- Lawrence H. Vlack H. Sriati, Djapri. Ilmu dan Teknologi Bahan. Erlangga, Jakarta 1989.
- Saito Shinroku, MS Tata Surdia and Jr, Dr, Prof. Pengetahuan Bahan Teknik. Cetakan ke-5, PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sinaga, Indra, Karya Tulis Ilmiah Dalam Bahasa Indonesia. Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama, 2003.
- Sriati, Djaprie, Teknologi Mekanik. Jakarta. Erlangga, 1991.

