

ANALISA KEGAGALAN PROSES *HEAT TREATMENT* BAJA SUP-9 PADA PEMBUATAN PEGAS DAUN

Agus Setyo Umartono, Subhan Awali

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gresik

ABSTRAK

Persaingan dunia industri manufaktur dipasar global sangat ketat sehingga diperlukan banyak improvement yang dapat menciptakan efisiensi pada proses produksi dan menekan biaya. Pada penelitian ini akan dianalisa mengapa terjadi kegagalan proses heat treatment baja SUP-9 pada pembuatan pegas daun yaitu kekerasannya dibawah 424-490 HV sehingga diketahui penyebab kegagalan proses heat treatment.

Sebelum proses treatment dilakukan pengujian awal yaitu sifat mekanis (hardness) dan struktur mikro. Setelah proses treatment diambil sampel setelah proses quenching, dan setelah proses tempering untuk kembali dilakukan pengujian sifat mekanis (hardness) dan struktur mikronya. Hasil pengujian setelah proses quenching dan tempering pada supliyer Jatim Stell dinyatakan reject atau not good.

Dengan diketahui hasil pengujian maka didapat kesimpulan bahwa penyebab terjadinya kegagalan proses heat treatment baja SUP-9 adalah karena hardness kurang dari 300 HV dan belum adanya pengujian awal pada raw material.

Dari hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan pemilihan material baja SUP-9 yang bisa dipakai untuk proses heat treatment pada proses pembuatan pegas daun sehingga dapat mengurangi biaya produksi dan produktifitas meningkat.

Kata kunci : Struktur mikro, hardness, Heating furnace, Heat treatment.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dunia otomotif sekarang sangatlah berkembang pesat. Penggunaan kendaraan mobil dan motor sekarang sangatlah banyak sekali. Dulu orang-orang yang punya mobil hanya dari golongan menengah keatas, tapi sekarang semua orang dapat membeli mobil. Ini dikarenakan harga mobil sekarang cenderung murah dan untuk mendapatkannya bisa dengan menggunakan kredit yang syaratnya tidak berbelit. Dengan banyaknya unit-unit mobil akan diperlukan suku cadang baik untuk perakitan mobil baru maupun perawatan mobil lama. Salah satu suku cadang yang dipakai adalah pegas daun.

Di dunia industri banyak sekali perusahaan yang memproduksi pegas daun, salah satu perusahaan yang bergerak dibidang ini adalah PT Indospring Tbk. PT Indospring Tbk berlokasi di Jl. Mayjend Sungkono No. 10 Gresik, pabrik ini merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang *Manufacturer of Automotive Springs* PT indospring memproduksi dengan menggunakan lisensi dari Mitsubishi Steel MFG, CO;LTD-JEPANG. Dalam bidang ini tingkat kompetisi antara perusahaan-perusahaan sejenis yang bergerak di bidang yang sama cukup tinggi untuk itu diperlukan penanganan proses yang sangat detil dalam pembuatan pegas daun ini.

Di PT Indospring Tbk ada beberapa proses yang dilakukan dalam pembuatan pegas daun ini. Adapun beberapa proses yang ada diantaranya proses *cold* proses seperti *cutting*, *center hole*, *Triming* Dll, ada juga proses panas diantaranya *forming*, *tapper*, *wraper*, dan proses *heat treatment*. dan proses *finishing*.

Proses *heat treatment* merupakan proses inti yang di PT Indospring Tbk karena didalam proses ini merupakan proses yang sebagian besar menentukan kekuatan dan masa pemakaian pegas daun. Media yang dipakai adalah oli. Material yang digunakan adalah baja SUP-9 berasal dari berbagai *supplier*. Dalam hal ini terjadi kegagalan proses *heat treatment* pada salah satu material yaitu kekerasan pegas daun yang diinginkan tidak sesuai dengan standar yang ditentukan yaitu cenderung dibawah. Standar standar yang harusnya 2.85 mm – 3.10 mm aktualnya tidak sesuai.

Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya analisa ini di PT Indospring adalah:

Untuk mengetahui penyebab kegagalan proses *heat treatment* baja SUP-9 pada pembuatan pegas daun.

KAJIAN TEORI

Definisi pegas daun

Pegas daun adalah suatu komponen dari kendaraan yang berfungsi untuk menerima beban dinamis yang terjadi pada kendaraan sehingga dapat memberikan kenyamanan/suatu komponen yang berfungsi meredam kejutan yang ditimbulkan oleh jalan. Secara umum fungsi Pegas daun adalah :

1. Menahan beban impact/tiba-tiba yang berfungsi melunakan tumbukan.
2. Menyimpan energi/tenaga dalam waktu yang singkat dan melepaskannya lagi dalam waktu yang relatif lama.
3. Mungurangi getaran.



Gambar 2.1 multileaf spring made in PT. Indospring. Tbk.

Baja SUP – 9

Salah satu jenis kelompok baja yang khusus di pakai untuk pembuatan pegas adalah baja SUP. Aplikasinya baja SUP (*JIS G4801, 2005*) adalah kelompok jenis baja yang biasa di pakai didalam pembuatan pegas daun (*Leaf spring*), pegas coil (*Coil spring*), dan pegas torsi (*Torsion bar spring*). Berdasarkan standard tersebut baja SUP dibagi menjadi 9 (sembilan) *grade* dengan penggunaan dari masing-masing *grade* seperti diberikan pada tabel 2.1. Sedangkan komposisi kimia dari masing-masing *grade* baja SUP diberikan dalam tabel 2.2 Tabel. 2.1 Macam-macam baja SUP, dan penggunaannya, berdasarkan JIS G 4801: 2005

Designatinon of Grade		Remark
SUP 3	High carbon street	Mainly used for laminated spring
SUP 6	Silicon Chromium steel	Mainly used for laminated spring
SUP 7	Manganese steel	Coiled spring and torsion bar spring
SUP 9	Manganese	Coiled spring and torsion bar spring

SUP 9A	Chromium steel	Coiled spring and torsion bar spring
SUP 10	Chromium vanadium steel	Mainly used for coiled spring and torsion bar spring
SUP 11A	Manganese chromium baron steel	Mainly used for large laminated spring coiled spring and torsion bar spring
SUP 12	Silicon chromium steel	Mainly used for coiled spring
SUP 13	Chromium molybdenum steel	Mainly used for large laminated spring and coiled spring

Spesifikasi baja SUP-9

Komposisi 0,22-0,28% C; 0,3-0,6% Mn; 0,4% P; dan 0,5 % S

Kekuatan tarik : 400.33 N/mm²

Kekerasan : 78,83 HRB

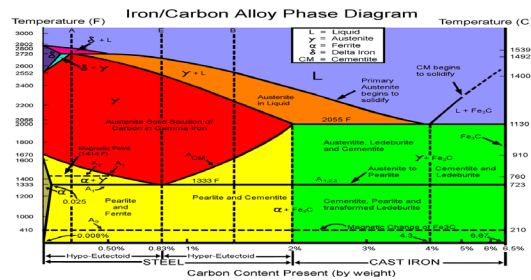
Heat Treatment

Menurut Wahid Suherman 1998 proses laku-panas adalah kombinasi dari operasi pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat, sebagai suatu upaya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu. Proses laku panas pada dasarnya terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dengan pemanasan sampai ke temperatur tertentu, lalu diikuti dengan penahanan selama beberapa saat, baru kemudian dilakukan pendinginan dengan kecepatan tertentu.

Secara umum perlakuan panas (*Heat treatment*) diklasifikasikan dalam 2 jenis:

Near Equilibrium (mendekati kesetimbangan)

Tujuan umum dari perlakuan panas jenis *Near Equilibrium* ini diantaranya adalah untuk melunakkan struktur kristal, menghaluskan butiran, menghilangkan tegangan dalam dan memperbaiki *machineability*. Jenis dari perlakuan panas *Near Equilibrium*, misalnya :*Full Annealing (annealing)*, *Stress relief Annealing*, *Process annealing*, *Spheroidizing*, *Normalizing* dan *Homogenizing*.



Gambar 2.2 Diagram fasa

Kandungan Carbon

- 0.008%C = Batas kelarutan maksimum Carbon pada *ferrite* pada temperatur kamar
- 0.025%C = Batas kelarutan maksimum Carbon pada *ferrite* pada temperatur 723 derajat celcius
- 0.83%C = Titik *eutectoid*
- 2%C = Batas kelarutan carbon pada besi gamma pada temperatur 1130 derajat celcius
- 4.3%C = Titik *eutectoid*
- 0.1%C = Batas kelarutan carbon pada besi delta pada temperatur 1493 derajat celcius

Garis-garis

Garis *Liquidus* ialah garis yang menunjukkan awal dari proses pendinginan (pembekuan).

Garis *Solidus* ialah garis yang menunjukkan akhir dari proses pembekuan (pendinginan).

Garis *Solvus* ialah garis yang menunjukkan batas antara fasa padat dengan fasa padat atau *solid solution* dengan *solid solution*.

Garis *Acm* = garis kelarutan Carbon pada besi Gamma (*Austenite*)

Garis *A3* = garis temperatur dimana terjadi perubahan *Ferrite* menjadi *Austenite* (Gamma) pada pemanasan.

Garis *A1* = garis temperatur dimana terjadi perubahan *Austenite* (Gamma) menjadi *Ferrite* pada pendinginan

Garis *A0* = Garis temperatur dimana terjadi transformasi *magnetic* pada *Cementid*.

Garis *A2* = Garis temperatur dimana terjadi transformasi *magnetic* pada *Ferrite*.

Struktur mikro

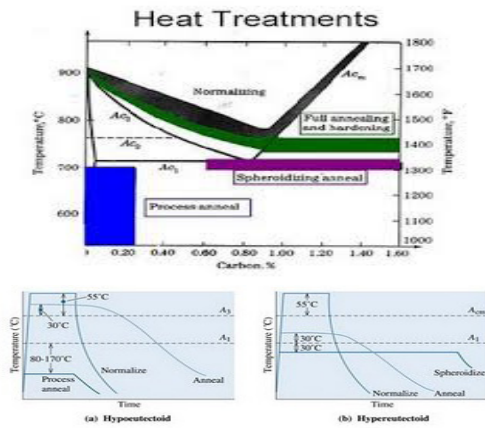
Ferrite ialah suatu komposisi logam yang mempunyai batas maksimum kelarutan Carbon 0,025%C pada temperatur 723 Derajat *Celcius*, struktur kristalnya *BCC (Body Center Cubic)* dan pada temperature kamar mempunyai batas kelarutan karbon 0,008%C.

Austenite ialah suatu larutan padat yang mempunyai batas maksimum kelarutan Carbon 2%C pada temperature 1130 Derajat *Celcius*, struktur kristalnya *FCC (Face Center Cubic)*.

Cementid ialah suatu senyawa yang terdiri dari unsur Fe dan C dengan perbandingan tertentu (mempunyai rumus empiris) dan struktur kristalnya *Orthohombic*.

Lediburite ialah campuran Eutectic antara besi Gamma dengan *Cementid* yang dibentuk pada temperatur

1130 Derajat Celcius dengan kandungan Carbon 4,3%C. Pearlite ialah campuran Eutectoid antara Ferrite dengan Cementid yang dibentuk pada temperatur 723 Derajat Celcius dengan kandungan Carbon 0,83%C.



Gambar 2.3 Diagram Hipoeutectoid
Gambar 2.4 Diagram hiperrutectoid

Non Equilibrium (Tidak seimbang)

Tujuan umum dari perlakuan panas jenis *Non Equilibrium* ini adalah untuk mendapatkan kekerasan dan kekuatan yang lebih tinggi. Jenis dari perlakuan panas *Non Equilibrium*, misalnya : *Hardening, Martempering, Austempering, Surface Hardening (Carburizing, Nitriding, Cyaniding, Flame hardening, Induction hardening)*

1. Pengerasan (Hardening)
Pengerasan adalah suatu proses perlakuan panas yang diterapkan untuk menghasilkan benda kerja yang keras. Perlakuan ini terdiri dari memanaskan baja sampai ke temperaturpengerasannya(temperatur *austenisasi*), dan menahannya pada temperatur tersebut untuk jangka waktu tertentu dan kemudian didinginkan.
2. Pemanasan (heating)
Temperatur pengerasan yang digunakan tergantung pada komposisi

kimia (kadar karbon). Temperatur pengerasan untuk baja karbon *hipoeutektoid* adalah sekitar 20 ~ 50C diatas garis A3, dan untuk baja-baja karbon *hipereutektoid* adalah sekitar 30 ~50C diatas garis A3, jika suatu baja mengandung misalnya 0.5% karbon (berstruktur *pearlit* dan *ferrit*) dipanaskan sampai temperatur dibawah A1, maka pemanasan tersebut tidak akan mengubah struktur awal baja tersebut.

3. Waktu tahan (holding time)
Kekerasan yang terjadi setelah *quenching* banyak tergantung pada besarnya kadar karbon dan unsur paduan dalam austenit, besar butir austenit dan laju pendinginan dari austenit. Besarnya kadar karbon dan unsur paduan dalam austenit akan tergantung pada seberapa banyak karbida yang sempat larut dalam pemanasan.
Pada saat mencapai temperatur kritis atas memang struktur seluruhnya austenit. Tetapi saat itu austenit masih berbutir halus dan kadar karbon atau unsur paduannya masih rendah /belum homogen, dan biasanya masih terdapat sisa-sisa karbida yang belum larut (ini terjadi karena pemanasan yang tidak *equilibrium*). Untuk itu biasanya baja perlu ditahan pada temperatur austenisasi ini beberapa saat untukmemberi kesempatan larutnya karbida dan lebih homogennya austenit.
4. Media pendinginan
Untuk mencapai struktu martensit maka austenit yang terjadi harus didinginkan cukup cepat, setidaknya dapat mencapai laju pendinginan kritis dari baja yang bersangkutan. Untuk ini baja harus didinginkan dalam suatu media pendingin tertentu. Ada sejumlah media pendingin yang biasa digunakan dalam proses pengerasan baja, yaitu air, minyak, campuran

air dan minyak (*emulasi*), udara dan garam cair (*salt bath*).

5. Penemperan

Jika baja dikeraskan, strukturnya menjadi martensit tetragonal dan sebagian kecil austenit sisa. Baja dalam kondisi seperti itu akan keras, getas dan rentan retak pada saat *diquench* terutama pada baja-baja perkakas. Dengan demikian baja pada kondisi seperti itu penggunaannya sangat terbatas. Baja yang dikeraskan dengan cara transformasi martensitik akan memiliki kecenderungan yang potensial ke arah konfigurasi yang lebih stabil. Namun kestabilan tersebut sulit diperoleh pada temperatur kamar karena mobilitas atom-atomnya relatif sangat rendah. Tetapi jika temperaturnya dinaikkan, maka mobilitas atom akan meningkat seiring dengan naiknya laju difusi dan ini akan mengakibatkan adanya perubahan struktur dari baja yang dikeraskan menjadi struktur yang lebih stabil.

Proses memanaskan kembali baja yang dikeraskan disebut dengan proses temper. Dengan proses ini, duktilitas dapat ditingkatkan namun kekerasan dan kekuatannya menurun.

Baja Karbon

Dasar-Dasar Perlakuan Panas Pada Baja Karbon.

Menurut Rochim Suratman 1994. Besi merupakan salah satu jenis logam yang sangat penting dan merupakan logam dasar pembentuk baja yang merupakan salah satu material teknik yang sangat populer dewasa ini. Sifat *alotropik* dari besilah yang menyebabkan timbulnya variasi struktur mikro pada berbagai jenis baja. Di samping itu, besi merupakan pelarut yang sangat baik bagi beberapa jenis logam lain.

Pengertian *alotropik* adalah adanya transformasi dari satu bentuk susunan atom (sel satuan) ke bentuk susunan atom yang lain.

Diagram Fasa Besi Karbon

Kegunaan dari baja sangat tergantung pada sifat-sifatnya yang sangat bervariasi yang diperoleh melalui pemaduan dan penerapan proses perlakuan panas. Sifat mekanik dari baja sangat tergantung pada struktur mikronya. Sedangkan struktur mikro sangat mudah diubah melalui proses perlakuan panas.

Diagram yang menampilkan hubungan antara temperatur dimana terjadi perubahan fasa selama proses pendinginan dan pemanasan yang lambat, dengan kadar karbon disebut diagram fasa. Diagram ini akan merupakan dasar pemahaman untuk semua operasi-operasi perlakuan panas. Diagram fasa besi-karbon untuk seluruh rentang paduan besi dengan karbon yang mencakup baja dan besi cor. Kadar karbonnya pada diagram tersebut bervariasi dari nol sampai 6,67%.

Jenis-jenis struktur mikro yang ada di setiap bagian pada diagram fasa besi karbon yang kerap muncul pada setiap pembahasan proses perlakuan panas pada baja.

Baja adalah paduan besi dengan karbon sampai sekitar 1,7% (maksimum). Paduan besi dengan karbon di atas 1,7% disebut besi cor (*Cast Iron*).

Karbon adalah unsur penyetabil austenit. Kelarutan maksimum dari karbon pada austenit adalah sekitar 1,7% (E) pada 1140°C. Sedangkan kelarutan karbon pada ferit naik dari 0% pada 910°C menjadi 0,025% pada 723°C. Pada pendinginan lanjut, kelarutan karbon pada ferit menurun menjadi 0,08% pada temperatur kamar.

Struktur baja karbon (tergantung pada kadar C nya) hasil pendinginan yang lambat pada temperatur kamar akan terdiri dari :

1. Untuk 0,007 – 0,025%C, ferit.
2. Untuk 0,025 – 0,8%C, ferit dan perlit
3. Untuk 0,8 – 1,7%C, perlit dan sementit
4. Untuk 1,7 – 4,4%C, perlit dan grafit (dengan perlakuan khusus)

Dengan bantuan diagram fasa Fe-C, dimungkinkan untuk memilih temperatur pemanasan yang sesuai untuk setiap proses perlakuan panas baik proses anil, normal maupun proses pengerasan. Temperatur-temperatur di mana terjadi perubahan fasa padat ke fasa padat yang lain pada diagram fasa Fe-C disebut titik kritik.

Pengaruh Unsur Paduan Terhadap Diagram Fasa Fe-C

Penambahan unsur-unsur paduan terhadap paduan Fe-C akan berpengaruh terhadap batas-batas fasa sedemikian sehingga rentang transformasinya dapat menjadi kecil atau besar. Dengan adanya perubahan terhadap temperatur eutektoid akibat adanya peningkatan unsur-unsur paduan. Secara umum, adanya unsur paduan meningkatkan temperatur eutektoid kecuali Ni dan Mn.

Pengaruh Unsur-Unsur Paduan

Bentuk dari kurva S dan C dipengaruhi oleh komposisi kimia baja. Hampir semua unsur paduan, kecuali CO, T_i dan A_i menggeserkan kurva diagram transformasi isothermal ke sebelah kanan dan ini berarti memperlambat awal transformasi dan menurunkan laju reaksi.

Peningkatan kadar C sampai dengan titik eutektoid memperlambat

reaksi transformasi ke perlit, tetapi setiap peningkatan lebih lanjut dari kadar C akan memperpendek waktu inkubasi dan mempercepat laju reaksi. Besar kecilnya pengaruh unsur paduan terhadap transformasi isothermal dari baja sangat tergantung pada jenis unsur paduannya. Sebagai contoh : Ni dan Mn memperlambat transformasi ke perlit dan bainit. Keberadaan Mo dan Cr sangat memperlambat transformasi ke perlit tetapi relatif sedikit pengaruhnya terhadap bainit. Unsur-unsur paduan tersebut juga meningkatkan awal terbentuknya perlit dan menurunkan transformasi ke bainit. Pengaruh unsur paduan seperti tersebut di atas akan menghasilkan diagram TTT yang memiliki daerah austenit di atas dua zone reaksi seperti terlihat pada baja-baja perkakas seperti HSS, baja *hot-worked* dan *cold-worked*.

Transformasi Pada Pendinginan Yang *Continuous*

Informasi dari diagram TTT secara kuantitatif hanya berlaku untuk transformasi isothermal pada temperatur konstan. Dalam praktek, diagram TTT jarang digunakan karena pada kondisi perlakuan panas yang sebenarnya, proses transformasi terjadi pada proses pendinginan yang kontinyu. Karena itu diagram TTT perlu dimodifikasi agar dapat digunakan pada proses pendinginan yang kontinyu.

Diagram pendinginan yang kontinyu (diagram CCT, continuous cooling (*transformation*) mirip dengan diagram *isothermal* (diagram IT). Gambar 2.3 menunjukkan suatu diagram yang dimodifikasi dan menampilkan baik kurva *isothermal* maupun kurva pendinginan kontinyu. strukturnya adalah struktur yang keras (Martensit).

Struktur Metalografi Dan Kaitannya Dengan Sifat

Baja dapat dilakukan panas agar diperoleh struktur mikro dan sifat yang diinginkan. Struktur mikro dan sifat yang diinginkan tersebut dapat diperoleh melalui proses pemanasan dan pendinginan pada temperatur tertentu. Jika permukaan dari suatu specimen baja disiapkan dengan cermat dan struktur mikronya diamati dengan menggunakan mikroskop, maka akan tampak bahwa baja tersebut memiliki struktur yang berbeda-beda.

Jenis struktur yang ada sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia dari baja dan jenis perlakuan panas yang diterapkan pada baja tersebut. Struktur yang akan ada pada suatu baja adalah ferit, perlit, bainit, martensit, sementit dan kerbida lainnya.

1. FERIT

Larutan padat karbon dan unsur paduan lainnya pada besi kubus pusat badan (Fe) disebut ferit. Ferit terbentuk pada proses pendinginan yang lambat dari austenit baja hypoeutektoid pada saat mencapai A_3 . Ferit bersifat sangat lunak, ulet dan memiliki kekerasan sekitar 70-100 BHN dan memiliki konduktivitas yang tinggi.

2. SEMENTIT

Sementit adalah senyawa besi dengan karbon yang umum dikenal sebagai karbida besi dengan rumus kimianya Fe_3C (prosentase karbon pada sementit adalah sekitar 6,67%). Sel satuannya adalah ortorombik dan bersifat keras dengan harga kekerasannya sekitar 65-68 HRC.

3. PERLIT

Perlit adalah campuran sementit dan ferit yang memiliki kekerasan sekitar 10-30 HRC. Jika baja eutektoid (0,8% C) diaustenisasi dan

didinginkan dengan cepat ke suatu temperatur di bawah A_1 misalnya ke temperatur 700°C dan dibiarkan pada temperatur tersebut sehingga terjadi transformasi isothermal, maka austenit akan mengurai dan membentuk perlit melalui proses pengintian (nukleasi) dan pertumbuhan.

4. BAINIT

Bainit adalah suatu fasa yang diberi nama sesuai dengan nama penemunya yaitu E.C. Bain. Bainit merupakan fasa yang kurang stabil (metastabil) yang diperoleh dari austenit pada temperatur yang lebih rendah dari temperatur transformasi ke perlit dan lebih tinggi dari temperatur transformasi ke perlit dan lebih tinggi dari temperatur transformasi ke Martensit.

5. MARTENSIT

Martensit adalah fasa yang ditemukan oleh seorang metalografer yang bernama A. Martens. Fasa tersebut merupakan larutan padat dari karbon yang lewat jenuh pada besi alfa sehingga latis-latis sel satuannya terdistorsi. Sifatnya sangat keras dan diperoleh jika baja dari temperatur austenitnya didinginkan dengan laju pendinginan yang lebih besar dari laju pendinginan kritiknya.

6. KARBIDA

Unsur-unsur paduan seperti karbon, mangan, chrom, wolfram, molibden dan vanadium banyak digunakan pada baja-baja perkakas (seperti pada baja *cold-worked*, baja *hot-worked* dan HSS) untuk meningkatkan ketahanan baja tersebut terhadap keausan dan memelihara stabilitas baja tersebut pada temperatur tinggi. Keberadaan unsur paduan tersebut pada baja akan menimbulkan terbentuknya karbida-karbida seperti : M_3C , $M_{23}C_6$,

M_6C , M_7C_3 , dimana M menyatakan atom-atom logam sedangkan C menyatakan kadar karbon. Karbida-karbida ini memiliki kekerasan yang sangat tinggi sehingga dapat meningkatkan ketahanan aus dari baja perkakas yang bersangkutan sebanding dengan volume karbida di dalam baja dan harga kekerasan dari karbida yang bersangkutan. Tabel 2.4 mengungkapkan pengelompokkan dan sifat-sifat karbida yang ada pada suatu baja perkakas.

Tabel 2.4 Klasifikasi dan sifat umum karbida didalam suatu baja perkakas.

Jenis Karbida	Bentuk Sel Satuan	Keterangan
M_3C	Orthorombik	Karbida jenis ini disebut Sementit M nya dapat berupa : Fe, Mn, Cr dengan sedikit W, Mo, V
M_7C_3	Heksagonal	Banyak dijumpai pada baja Cr. Tahan terhadap disosiasi pada temperatur tinggi, keras dan tahan terhadap abrasi. Banyak dijumpai pada saat menemper HSS.
$M_{23}C_6$	FCC	Terdapat pada baja Cr tinggi dan semua jenis HSS.
M_6C	FCC	Karbida yang kaya akan W atau Mo. Mungkin juga mengandung Cr, V, Co. Terdapat pada semua jenis HSS, tahan terhadap abrasi
M_2C	Heksagonal	Karbida yang kaya dengan W atau Mo dari type M_2C muncul setelah ditemper.
MC	FCC	Karbida yang kaya dengan V, tidak mudah mengurai.

Heating Furnace

Dalam industri pembuatan spring dibutuhkan suatu peralatan untuk pemanas material yang disebut dapur. Dapur adalah alat yang berfungsi untuk memindahkan panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dalam suatu ruangan ke material yang dipanaskan melalui pipa-pipa pembuluh

yang berada di sekitar ruang pembakaran dapur tersebut. Tujuan dari pemindahan panas hasil pembakaran ke material yang dipanaskan tersebut adalah agar dicapai kondisi operasi (suhu) yang diinginkan oleh proses berikutnya dalam suatu peralatan lain atau langsung sebagai produk jadi. Dapur merupakan struktur bangunan berdinding plat baja yang bagian dalamnya di lapisi oleh material batu bahan api, batu isolasi untuk menahan kehilangan panas ke udara melalui dinding dapur.

Dapur akan dapat beroperasi dengan efisien yang tinggi bila :

1. Terjadi reaksi pembakaran yang sempurna.
2. Panas pembakaran bahan bakar dapat diterima dengan merata oleh material
3. Udara berlebih yang *optimum*.
4. Permukaan luar/dalam dari pipa-pipa pembuluh dalam keadaan bersih.
5. Memperkecil panas yang hilang lewat dinding dapur.
6. Mengoptimalkan panas yang hilang lewat gas asap.

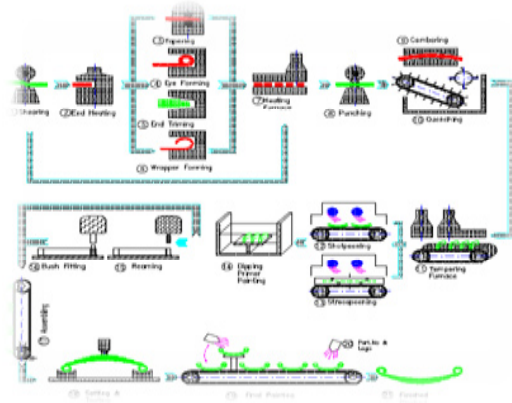


Gambar 2.5 Heating furnace Plant 3b PT. Indospring Tbk

Proses pembuatan pegas daun (leaf spring)

Proses pembuatan pegas spiral pada dasarnya juga berdasarkan atas hal-

hal tersebut diatas. Dengan menggunakan material baja SUP 9 yang memang khusus dirancang untuk aplikasi pegas, diperlukan proses yang benar dan tepat untuk mendapatkan pegas yang memiliki kekuatan untuk dapat menerima beban yang berfluktuasi tinggi dan menghasilkan produk pegas yang bisa bersaing di pasar global. Berikut adalah *flow proses* pembuatan *spring spiral* di PT. Indospring Tbk. Gresik



Gambar 2.6 *flow proses* pegas daun (*leaf spring*) PT Indospring Tbk

Pengujian Logam

Syarat-syarat kualitas logam sebagai bahan teknik.

Logam merupakan salah satu bahan yang sangat penting dan paling banyak digunakan dalam memenuhi berbagai kebutuhan bahan teknik. Hal ini dikarenakan berbagai keunggulan dari sifat logam yang hampir semua sifat bahan produk dapat dipenuhi oleh sifat logam, disamping logam yang dapat diperbaiki sifat-sifatnya sesuai dengan kebutuhan sifat produk yang diinginkan.

Keberagaman sifat dan karakteristik produk itulah maka logam dibentuk sedemikian rupa sebagai bahan baku (*raw material*) dengan berbagai spesifikasi dan komposisi serta cara perbaikan sifatnya yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan. Sebagaimana

telah diuraikan pada bab sebelumnya bahwa kualitas suatu produk ditentukan oleh terpenuhinya berbagai sifat yang disyarat oleh produk itu sendiri, dan diantara syarat kualitas tersebut antara lain, syarat fungsional dan syarat mekanis. Syarat fungsional akan didukung oleh syarat dimensional geometris, serta syarat estetis, sedangkan syarat mekanis akan didukung oleh kualitas physic.

1. Kualitas Pengujian Sifat mekanik

a. Kekerasan (*Hardness*)

Secara umum semua sifat mekanik dapat terwakili oleh sifat kekerasan bahan, orang berasumsi bahwa yang keras itu pasti kuat, sehingga “jika dibutuhkan bahan yang kuat, maka pilih bahan yang keras” ini merupakan pernyataan yang keliru, bahwa ada suatu bahan yang memiliki kesebandingan antara kekerasan dengan kekuatan itu benar tetapi ada juga sifat yang justru perbandingannya terbalik bahwa bahan yang keras akan rapuh. Oleh karena itu diperlukan definisi yang spesifik antara kekerasan dengan kekuatan kendati masing-masing memiliki korelasi. Pada dasarnya semua jenis bahan memiliki perilaku dan reaksi yang sama dalam menerima pembebanan atau sebuah gaya, apapun bentuk gayanya, dimana gaya merupakan sebuah aksi terhadap suatu benda yang mengakibatkan sebuah reaksi bagi benda itu sendiri. Kekerasan merupakan sebuah reaksi dari suatu material atau bahan sampai batas mana bahan itu dapat mempertahankannya, akan tetapi gaya macam apa yang bekerja sehingga kekerasan tersebut dapat didefinisikan. Jika kita melihat kembali reaksi suatu bahan dalam

menerima pembebanan atau gaya tertentu perilaku idealnya terdiri dari “melawan, bertahan, dan kalah”. Sebenarnya dalam pemilihan bahan yang memenuhi syarat sebagai bahan produk ialah bahan yang pada posisi “melawan” walaupun harus diketahui batas kalahnya.

b. Prosedur proses pengujian kekerasan

Dengan definisi tersebut maka kekerasan ini identik dengan kekuatan terhadap pembebanan, sehingga pada baja karbon diketahui bahwa ada kesebandingan antara kekerasan dengan kekuatan tariknya ($t=0,37$ HB), karena dalam pengujian tarik yang akan dibahas lebih lanjut, semua phase reaksi pembebanan akan dilaluinya.

Beberapa syarat pengujian

- 1) Dapat didefinisikan secara fisik.
- 2) Jelas tidak berubah karena waktu.
- 3) Dapat digunakan sebagai pembanding dimana pun didunia ini.

Berdasarkan pada persyaratan tersebut maka ketiga metode tersebut pengujian kekerasan yang dibakukan pemakaiannya adalah :

- 1) Pengujian kekerasan dengan cara penekanan (*Indentation Test*)
- 2) Pengujian kekerasan dengan cara goresan (*Scratch Test*)
- 3) Pengujian kekerasan dengan cara Dinamik (*Dynamic Test*)

2. Pengujian kekerasan dengan cara penekanan (*Indentation Test*)

Pengujian kekerasan dengan cara penekanan (*Indentation Test*) ialah pengujian kekerasan terhadap bahan

(logam), dimana dalam menentukan kekerasannya dilakukan dengan menganalisis indentasi atau bekas penekanan pada benda uji (*Test piece*) sebagai reaksi dari pembebanan tekan. Proses ini dilakukan antara lain dengan sistem *Brinell*, *Rockwell* dan sistem *Vickers*. Pengujian dengan sistem ini paling banyak digunakan terutama di laboratorium pengujian logam atau industri manufaktur yang memproduksi benda-benda berukuran kecil (Komponen), hal ini dikarenakan proses serta prosedur pengujiannya yang sederhana dan cepat memperoleh data kekerasan yang dihasilkan dari pengujian.

3. Pengujian dengan cara Goresan (*Scratch Test*)

Pengujian dengan cara goresan (*scratch test*) ialah pengujian kekerasan terhadap bahan (logam), dimana dalam penentuan kekerasannya dilakukan dengan mencari kesebandingan dari bahan yang dijadikan standar pengujian, yakni bahan-bahan yang teruji dan memenuhi syarat pengujian sebagaimana disebutkan di atas, yang disusun pada skala kekerasan yang disebut Skala Mohs yakni susunan dari 10 macam bahan mineral disusun dari skala 1 sampai skala 10 dari yang ter lunak sampai yang terkeras. Pada skala mana dari 10 jenis bahan ini yang dianggap sebanding bekas goresannya, maka inilah angka kekerasan logam tersebut, misalnya angka kekerasannya 7 pada skala Mohs, artinya kekerasannya sebanding dengan bahan ke 7 yang digoreskan pada permukaan bahan tersebut. Hasil pengujian ini memang kurang akurat karena hasil pengujian hanya merupakan hasil pengamatan secara visual, namun pengujian ini

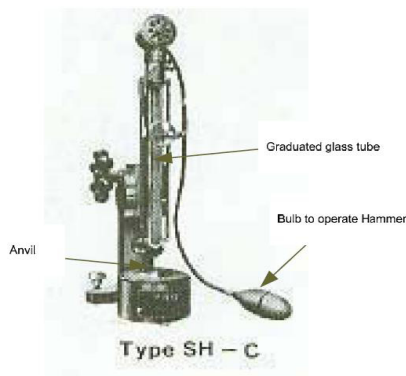
sangat bermanfaat digunakan pada benda atau konstruksi besar yang tidak mungkin di bawa untuk diuji pada Laboratorium. 10 macam bahan tersebut ialah :

- a. Talk (*talca*) 6 Ortoklas (*Felspar*)
- b. Gips (*Gypsum*) 7 Kwarsa (*Quartz*)
- c. Kalsite (*Calcspar*) 8 Topas (*Topas*)
- d. Plorite (*Flourspar*) 9 Korundum (*Corundum*)
- e. Apatite (*Apatite*) 10 Intan (*Diamond*)

4. Pengujian dengan cara dinamik (*Dynamic Test*)

Pengujian dengan cara dinamik (*Dynamic Test*) ialah pengujian kekerasan dengan mengukur tinggi pantulan dari bola baja atau intan (*hammer*) yang dijatuhkan dari ketinggian tertentu. Tinggi pantulan memberikan indikasi kekerasan bahan tersebut, dimana semakin tinggi pantulan artinya bahan ini memiliki kekerasan yang tinggi pengukuran kekerasan dengan cara ini disebut sistem *Shore Scleroscope*.

Dalam proses ini "*small diamond-tipped hammer*" dijatuhkan secara bebas dari ketinggian 250 mm didalam gelas pengukur (*Graduated Glass Tube*) diatas permukaan *test piece*. Lihat gambar 2.8 konstruksi pesawat uji tersebut.



Gambar 10.2 Mesin uji kekerasan shore scleroscope. b. Type SH-C



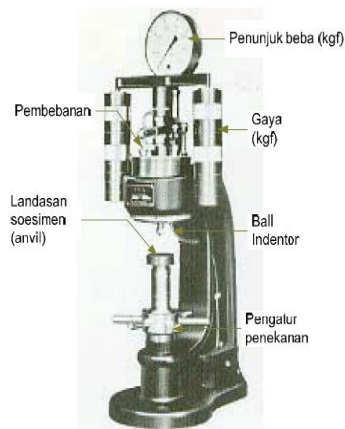
Gambar 10.3 Mesin uji kekerasan Shore scleroscope. c. Type PHS-3

Pengujian kekerasan dengan sistem *Brinell*

Pengujian kekerasan dengan sistem *Brinell* merupakan salah satu metoda pengujian kekerasan dengan cara penekanan. Proses penekanan ini dimaksudkan untuk membentuk penetrasi pada permukaan bahan uji (*test piece*) yang akan dianalisis untuk menentukan tingkat kekerasan dari bahan tersebut. Penetrasi ini merupakan bentuk perubahan tetap dari bahan uji yang disebabkan oleh pembebanan, dimana beban yang diberikan dalam pengujian ini tidak mengakibatkan rusak atau pecahnya benda uji (*test piece*) itu sendiri yaitu ditentukan berdasarkan perbandingan antara angka konstanta dari jenis bahan ketebalan bahan dimana beban itu diberikan terhadap diameter alat penekan (*Indentor*).

Pada pengujian kekerasan dengan sistem *Brinell* ini alat penekannya menggunakan bola baja yang dipilih sesuai dengan ketentuan pengujian.

Mesin uji kekerasan *Brinell* seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.10 merupakan mesin yang didisain khusus untuk pengujian kekerasan *Brinell* besarnya kapasitas pembebanan telah dirancang sesuai dengan spesifikasi Pengujian Kekerasan *Brinell*.



Gambar 10.4 Mesin uji kekerasan Brinell.

Perbandingan antara ukuran *indentor* yang akan digunakan, besarnya beban yang akan diberikan serta kesesuaiannya dengan jenis dan ukuran bahan dapat dilihat pada tabel:

Tabel 2.5 perbandingan ukuran indentor dan tebal bahan

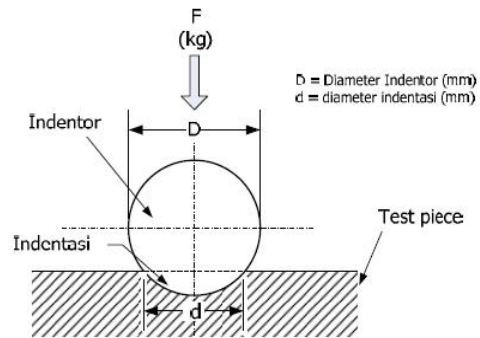
Tebal bahan (mm)	Diameter (D) Indentor (mm)	Beban (kg.f)			
		30D ²	10D ²	5D ²	2,5D ²
6	10	300	1000	500	250
6 – 3	5	750	250	125	62.5
3 – 1	2,5	187.5	62.5	31.225	15.625

Tabel 2.6 Perbandingan diameter indentor terhadap konstanta bahan

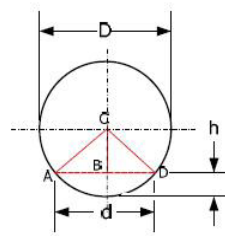
Jenis bahan	Perbandingan konstanta terhadap D
Besi dan baja	30D ²
Tembaga	10D ²
Aluminium	5D ²
Timah	2.5D ²
Timbal	D ²

Angka kekerasan dari hasil pengujian kekerasan *Brinell* merupakan perbandingan antara besarnya beban terhadap luas penampang bidang Indentasi.

Dengan indentor yang berbentuk bola maka indentasi yang terbentuk pada permukaan benda uji (*Test Piece*) akan berbentuk tembereng, jadi bidang yang menahan beban tersebut ialah sebuah tembereng lingkaran dengan ukuran diameter bola baja (D).



Gambar 10.5 Posisi penekanan dengan indentor dalam pengujian kekerasan Brinell



Luas tembereng $A = \pi \cdot d \times h$ (mm²)
Hitung jarak $h = ?$

Pada $\Delta ABC \rightarrow AC = D/2; AB = d/2; BC = ?$

Phytagoras :

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 \rightarrow BC = \sqrt{AC^2 - AB^2}$$

$$BC = \sqrt{(D/2)^2 - (d/2)^2}$$

$$h = D/2 - BC \rightarrow D/2 - \sqrt{(D/2)^2 - (d/2)^2}$$

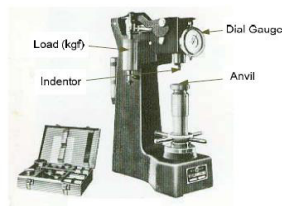
Pengujian kekerasan dengan sistem *Vickers*

Pada prinsipnya pengujian dengan sistem *Vickers* ini tidak jauh berbeda dengan Pengujian kekerasan dengan sistem *Brinell*, salah satu yang berbeda didalam pengujian kekerasan sistem *Vickers* ini ialah pemakaian Indentornya, dimana *Vickers* menggunakan piramida

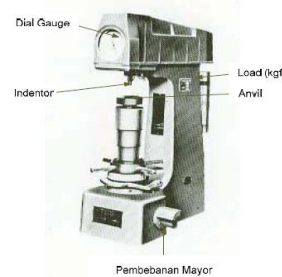
intan dengan sudut puncak piramida adalah 1360, Bentuk indenter yang relative tajam dibanding dengan *Brinell* yang menggunakan bola baja, *Vickers* memberikan pembebanan yang sangat kecil yakni dengan tingkatan beban 5; 10; 20; 30; 50 dan 120 kg, bahkan untuk pengujian struktur mikronya hanya ditentukan 10 grm, sehingga pengujian kekerasan *Vickers* cocok digunakan pada bahan yang keras dan tipis, sedangkan untuk bahan yang lunak dan tidak homogen seperti besi tuang (cast Iron) *Vickers* tidak sesuai untuk digunakan.

Pengujian kekerasan dengan sistem *Rockwell*

Pengujian kekerasan dengan sistem *Rockwell* ini paling banyak digunakan di bengkel-bengkel permesinan, karena prosesnya mudah dan cepat memperoleh angka kekerasan bahan uji, dimana angka kekerasan *Rockwell* dapat dibaca langsung dari pesawat uji yang kita gunakan, disamping itu pengujian kekerasana dengan sisitem *Rockwell* ini memiliki fungsi pemakaian yang cukup luas sehingga memungkinkan digunakan pada berbagai jenis dan karakteristik bahan dengan tersedianya skala kekerasan untuk berbagai aplikasi.



Gambar 10.12 Konstruksi pesawat uji kekerasan Rockwel



Gambar 10.13 Konstruksi pesawat uji kekerasan Rockwel

Berikut adalah salah satu alat yang digunakan untuk pengujian kekerasan material yang digunakan di PT. Indospring Tbk :



Gambar 2.21 Mikro *Vickers*, Type HM, Mitutoyo

Struktur Mikro

Sebuah bahan yang berukuran *micro* yang menggunakan nano material yang merupakan hasil produk dari komponen-komponen kimia dan mengalami rekayasa proses industri (fabrikasi) bahan tersebut. Struktur mikro bahan akan dapat menentukan sifat kimia, fisika, dan mekanis dari suatu material, dan karenanya material ini akan menentukan kemampuan rekayasa bahan itu dalam dunia industri (rekayasa fabrikasi) material contohnya :

1. Sebuah campuran besi yang mengandung kecil Ca (kalsium - 200.4 % C)
2. Sebuah kaca yang mengandung alumina
3. Sebuah lapisan tipis film pada peralatan mikroelektronik yang berbasis pada pada system Al/TiN/Ti (aluminium/ titanium, Nitrogen/titanium)
4. Pengamatan struktur mikro dengan SEM & identifikasi fasa dengan XRD menunjukkan pengaruh aditif CaO dan suhu sintering terhadap

mikrostruktur keramik PSZ (*partially Stabilized Zirconia*)

5. Kekerasan struktur mikro dan termalnya pengaruh komposisi Zr (zirconium) pada pembuatan bahan baker U_2Zr_3 (uranium (III) zirconium (II)).

Berikut adalah gambar alat yang digunakan dalam pengujian struktur mikro di PT. Indospring Tbk. Gresik :



Gambar 2.22 Struktur mikro scope, Type GX 51, Olympus

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan sebuah gambaran langkah yang sistematis dari sebuah penelitian, yang nantinya akan mempermudah dalam melakukan sebuah penelitian. Kerangka penelitian ini adalah sebuah proses yang didalamnya berisi tahap-tahap yang saling terkait antara satu tahap dengan tahap yang lainnya. Penyajian dalam melakukan penelitian ini akan dimulai dari awal sampai akhir yaitu mulai dari pengambilan permasalahan sampai dengan penarikan kesimpulan.

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di Departemen Inspeksi Teknik PT. Indospring Tbk Gresik dan waktu pengambilan data dimulai dari 20 Maret 2015.

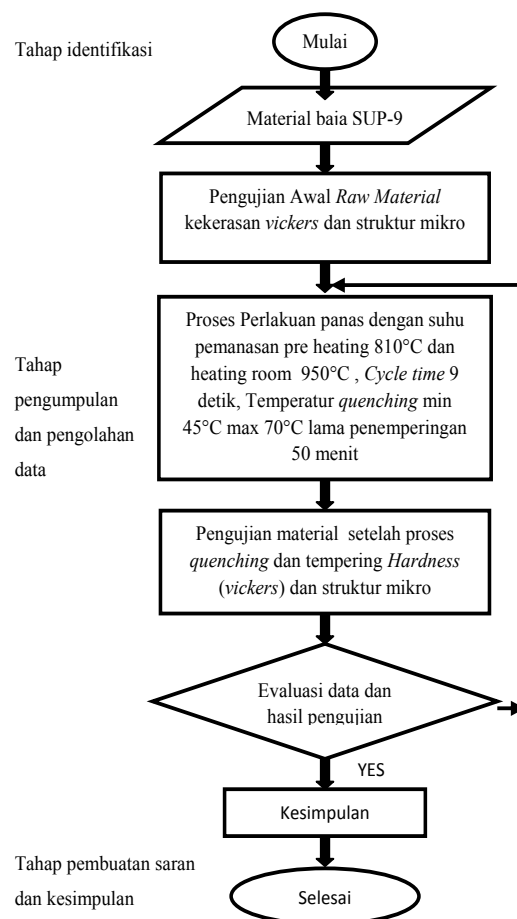
Pengumpulan data

Data yang diperoleh untuk penelitian ini merupakan data sekunder berupa laporan resmi Departemen Inspeksi Teknik terdiri dari laporan struktur mikro bulanan dan data pengamatan secara *visual* di plant.

Data yang dikumpulkan meliputi :

1. Data proses (Temperatur dapur, *cycle time*, *Holding time*, Temperatur oli, Lama pendinginan, temperature temper, lama waktu temper).
2. Data hasil pengujian *hardness* pada material.
3. Data hasil pengujian mikro struktur pada material.

Diagram alir penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Penelitian

Langkah-langkah penelitian diatas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap identifikasi

Identifikasi merupakan sebuah tahapan awal dalam melakukan sebuah penelitian yang bertujuan mengidentifikasi dan merumuskan masalah secara tepat yaitu masalah kegagalan proses *heat treatment* baja SUP-9 pada pembuatan pegas daun.

Tahapan identifikasi yang dilakukan terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

- a. Penentuan objek material uji material uji yang akan dipakai adalah metrial baja SUP-9 dengan dimensi 90 x 20 x 1000
- b. Pengujian awal bahan material yang akan diuji sebelum masuk proses akan dilakukan pengujian kekerasan *vickers* dan pengujian struktur mikro material SUP-9 sebagai dasar awal pengujian.

2. Tahap pengumpulan dan pengolahan data

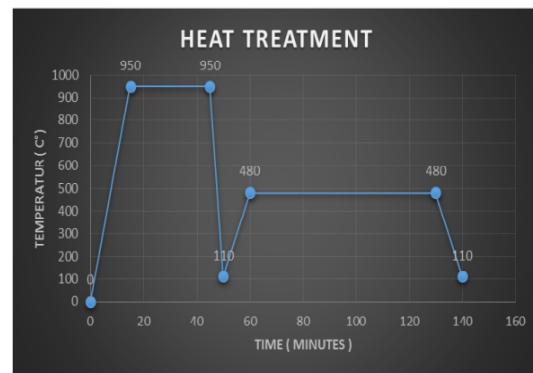
Dalam pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan sifat mekanis baja (kekerasan baja) dan struktur mikro material pegas daun SUP-9 dari *supplier* yang sama dengan *parameter* perlakuan panas yang sama.

Setiap nilai kekerasan yang dicari dan uji struktur mikronya dilakukan pada kondisi *raw material*, setelah proses *quenching* dan setelah proses *tempering*, dimana total material *specimen* uji yang dipakai ada 6 *spesimen* uji dengan lebar 90 mm tebal 20 mm dan panjang 1000 mm, dengan *supplier* yang sama.

Tahap-tahap pengujian :

1. Sampel *raw material* dilakukan uji kekerasan (*vickers*) dan uji struktur mikronya.

2. Material uji dimasukkan ke *heating furnace* dengan suhu *pre heat* 810°C dan *heating room* 950°C, dengan *cycle time* 9 detik waktu pemanasan mulai *input* sampai *output heating furnace* 30 menit. dilanjutkan dengan proses *quenching* dengan suhu minimal 45°C dan suhu maksimal 70°C.



Gambar 3.3 Diagram alur proses *heat treatment* baja SUP 9 dari tiga *supplier* pada temperatur 950° C

3. Sampel setelah proses *quenching* diambil 1 pcs untuk dilakukan pengujian kekerasan (*vickers*) dan mikro struktur.
4. Sisa dari proses *quenching* lanjut dimasukkan ke proses tempering dengan tetap menjaga leaf tetap pada suhu yang diinginkan minimal 70°C dengan suhu pemanasan 480°C dengan waktu pemanasan 50 menit.
5. Sampel setelah proses tempering diambil 1 pcs untuk dilakukan uji kekerasan (*vickers*) dan struktur mikro sebagai *specimen* setelah proses *quenching*.
6. Setelah semua tahapan pengujian dilaksanakan dan di dapat data pengujian sifat mekanis *hardness* (*vickers*) dan struktur mikro dari riset yang di lakukan, maka data tersebut akan dipakai untuk membuat kesimpulan dari penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengerjaan Percobaan Pada Material

Pengerjaan yang pertama kali dilakukan adalah material baja SUP-9 *supplier* JTS (Jatim Stell) dilakukan pengujian *raw material* sebelum masuk ke *heating furnace* dan juga dilakukan pada dua material dari TKJY (Taikong) dan IBPM (Indonesia) yang tidak memerlukan proses *treatment* 2 kali. Kemudian baja SUP-9 dengan dimensi 90 mm x 20mm x 1000 mm sebanyak 3 pcs masing-masing dipanaskan di *heating furnace* dengan pengaturan suhu *pre heat* 810°C dan *heating room* 950°C dengan *cycle time* 9 detik dengan lama waktu tempuh pemanasan selama 30 menit. Proses selanjutnya adalah pendinginan secara cepat dengan menggunakan media oli dengan temperatur oli 50°C. Kemudian material dimasukkan ke dalam *tempering* dengan pengaturan suhu *pre heat* dan *heating room* sama yaitu 480°C dengan lama pemanasan selama 50 menit.

Langkah-langkah percobaan

Percobaan 1 Pengujian *raw material*

Langkah pertama adalah dilakukan pengujian baja SUP-9 *supplier* JTS (Jatim Stell) pada dua material dari TKJY (Taikong) dan IBPM (Indonesia) yang tidak memerlukan proses *treatment* 2 kali dengan dimensi 90 mm x 20 mm x 1000mm. Pengujian yang akan dilakukan adalah: Pengujian kekerasan (*vickers*) dan Pengujian foto struktur mikro.

Percobaan 2 Pemanasan dengan temperature *pre heat* 810°C dan *heating room* 950° C

Material baja SUP-9 *supplier* JTS (Jatim Stell) pada dua material dari TKJY (Taikong) dan IBPM (Indonesia) yang tidak memerlukan proses *treatment* 2 kali dengan dimensi material 90 mm x 20 mm

x 1000 mm sebanyak 2 pcs dimasukkan kedalam *heating furnace* dengan *cycle time* 9 detik dengan lama pemanasan selama 30 menit. Kemudian material didinginkan secara cepat kedalam media oli dengan suhu minimal 45°C dan maksimal 70°C dengan lama dalam oli 1.5 menit. kemudian dimasukkan kedalam *tempering* dengan suhu pemanasan *pre heat* dan *heating room* sama yaitu 480°C dengan lama pemanasan dari *input* sampai *output tempering* selama 50 menit. Kemudian ambil masing-masing 1 pcs setelah proses *quenching* dan setelah proses *tempering*, kemudian potong bahan uji untuk dilakukan pengujian yaitu pengujian kekerasan (*vickers*) dan pengujian foto struktur mikro.

Pengujian *hardness vickers* merupakan pengujian untuk mengukur nilai kekerasan material, baik material sebelum *heat treatment* maupun sesudah *heat treatment*.

Pengujian struktur mikro adalah pengujian untuk melihat struktur mikro dari material, (*ferrit, pearlit, martensit, dan temper martensit*) baik yang sebelum di proses maupun sesudah di proses.

Hasil Pengujian

Setelah melakukan percobaan hasil yang didapat adalah sebagai berikut:

Hasil pengujian struktur mikro *raw material* dari baja SUP-9 dari produsen Jatim Stell (Indonesia), TKJY (Taikong), IBPM (Indonesia).



Gambar 4.1 Foto Struktur Mikro RAW Material Baja SUP 9 Produksi Jatim Stell (Indonesia)



Gambar 4.2 Foto Struktur Mikro RAW Material Baja SUP 9 Produksi TKJY (Taikong)



Gambar 4.3 Foto Struktur Mikro RAW Material Baja SUP 9 Produksi IBPM (Indonesia)

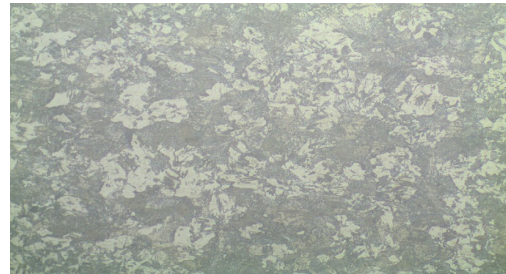
Hasil Pengujian *Hardness Vickers Raw Material* pada baja SUP-9 dari tiga *supplier*.

Tabel 4.1 Hasil pengujian *hardness vickers raw material* baja SUP 9

NO	Hasil pengujian kekerasan <i>vickers raw material</i> baja SUP 9 (HV)		
	Jatim Steel (Indonesia)	TKJY (Taikong)	IBPM (Indonesia)
1	268	309	306
2	260	318	311
3	258	320	294
4	262	315	315
5	273	310	308
6	280	309	311
7	270	311	315
8	266	320	319
9	268	325	318
10	274	317	305

11	278	319	315
Rata-rata	268.8	315.7	310.6
Judgment	OK	OK	OK
Hardness standar : Maksimal 318.9 HV			

Hasil pengujian struktur mikro setelah proses *quenching* dari baja SUP-9 dari produsen Jatim Stell (Indonesia), TKJY (Taikong), IBPM (Indonesia).



Gambar 4.4 Foto Struktur Mikro Setelah Proses *Quenching* Material Baja SUP 9 Produksi Jatim Stell (Indonesia).



Gambar 4.5 Foto Struktur Mikro Setelah Proses *Quenching* Material Baja SUP 9 Produksi TKJY (Taikong).



Gambar 4.6 Foto Struktur Mikro Setelah Proses *Quenching* Material Baja SUP 9 Produksi IBPM (Indonesia).

Hasil Pengujian *Hardness Vickers* setelah proses *quenching* pada baja SUP-9 dari tiga *supplier*.

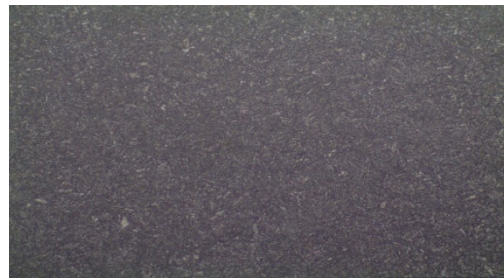
Tabel 4.2 hasil pengujian *hardness vickers* setelah proses *quenching* material baja SUP 9

NO	Hasil pengujian kekerasan vickers setelah proses quenching material baja SUP 9 (HV)		
	Jatim Steel (Indonesia)	TKJY (Taikong)	IBPM (Indonesia)
1	515	740	735
2	510	749	745
3	489	750	737
4	506	767	780
5	511	775	779
6	514	743	755
7	501	767	740
8	495	750	759
9	505	768	760
10	514	755	748
11	518	750	755
Rata-rata	507.2	755.8	753.9
Judgement	Not Good	OK	OK
Hardnes standart : Minimal 613 HV			

Hasil pengujian struktur mikro setelah proses *tempering* dari baja SUP-9 dari tiga *supplier*.



Gambar 4.7 Foto Struktur Mikro Setelah Proses *Tempering* Mateial Baja SUP 9 Produksi IBPM Surabaya (Indonesia).



Gambar 4.8 Foto Struktur Mikro Setelah Proses *Tempering* Mateial Baja SUP 9 Produksi TKJY (Taikong).



Gambar 4.9 Foto Struktur Mikro Setelah Proses *Tempering* Mateial Baja SUP 9 Produksi IBPM (Indonesia).

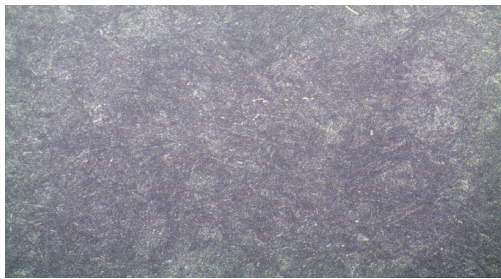
Hasil Pengujian *Hardness Vickers* setelah proses *tempering* pada baja SUP-9 dari tiga *supplier*.

Tabel 4.3 Hasil pengujian *hardness vickers* setelah proses *tempering* material baja SUP 9 *treatment 1 kali*.

NO	Hasil pengujian kekerasan vickers setelah proses tempering material baja SUP 9 (HV)		
	Jatim Steel Surabaya (Indonesia)	TKJY (Taikong)	IBPM (Indonesia)
1	394	433	470
2	399	445	430
3	396	430	429
4	415	457	433
5	420	440	457
6	427	470	444
7	416	465	440
8	411	450	435
9	420	433	447

10	425	426	465
11	426	455	450
Rata-rata	413.5	445.8	445.4
Judgement	Rata-rata <i>Not Good</i>	OK	OK
Hardness standar : 424-490 HV			

Hasil pengujian struktur mikro setelah proses *tempering* dari baja SUP-9 dari produsen Jatim Steel (Indonesia) *treatment ulang*.



Gambar 4.10 Foto Struktur Mikro Setelah Proses *Tempering* Material Baja SUP 9 Produksi Jatim Steel (Indonesia) *Treatment ulang*.

Hasil Pengujian Hardness Vickers setelah proses *tempering* pada baja SUP-9 Jatim Steel (Indonesia) setelah *treatment ulang*.

Tabel 4.4 hasil pengujian hardness vickers setelah proses *tempering* material baja SUP 9 produksi Jatim Steel (Indonesia) *treatment ulang*.

NO	Hasil pengujian kekerasan vickers setelah proses <i>tempering</i> baja SUP 9 Jatim Steel (Indonesia) (HV)
1.	459
2.	461
3.	480
4.	469
5.	465
6.	462
7.	466
8.	464

9.	457
10.	466
Rata-Rata	464,9
Judgment	OK
Hardness standar : 424 - 490 HV	

ANALISA HASIL

Setelah dilakukan pengambilan data-data dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka terdapat perbedaan hasil dari uji foto mikro dan pengujian hardnes vickers.

Tabel 4.21 Hasil pengujian *hardnes vickers* dan struktur mikro material baja

NO	1	2	Standar Hardness	
Item Pengujian	Hardness (HV)	Struktur Mikro		
Raw Material	Jatim Stell (Indonesia)	268.8	OK	Maksimal 318.9 HV
	TKJY (Taikong)	315.7	OK	
	IBPM (Indonesia)	310.6	OK	
Setelah Proses Quenching	Jatim Stell (Indonesia)	507.2	Ng	Minimal 613 HV
	TKJY (Taikong)	755.8	OK	
	IBPM (Indonesia)	753.9	OK	
Setelah Proses Tempering	Jatim Stell (Indonesia)	413.5	Ng	424-490 HV
	TKJY (Taikong)	445.8	OK	
	IBPM (Indonesia)	445.4	OK	

Keterangan : OK = Sesuai Standart.
Ng = Tidak sesuai standar

Dengan melihat dari hasil pengujian struktur mikro dan hardnes vickers maka:

1. Pada Pengujian *raw material* pada material Jatim Stell hasil hardness

masih masuk standar *JIS Handbook, 1994. Ferrous Material Dan Metallurgy, Japan*. tetapi lebih kecil dari dua TKJY (Taikong) dan IBPM (Indonesia).

2. Pada pengujian material setelah proses *quenching* pada *supplier* Jatim Stell, hasil *hardness* sebesar 507.2 HV dibawah standar minimal 613 HV sehingga dinyatakan reject atau Not Good.
3. Pada pengujian material setelah proses *tempering* pada *supplier* Jatim Stell, hasil *hardness* sebesar 413.5 HV tidak masuk range 424-490 HV sehingga dinyatakan reject atau Not Good.
4. Untuk Material Jatim Steel harus dilakukan proses *treatment* ulang untuk mendapatkan hasil yang masih masuk standar *JIS Handbook, 1994. Ferrous Material Dan Metallurgy, Japan*

Dari hasil data-data di atas bahwa hasil *hardness* yang cenderung mendekati standar maksimal maka hasilnya akan lebih baik sehingga dapat dijadikan salah satu ukuran standar raw material yang akan dipakai pada proses *Heat treatment*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisa percobaan 3 *Supplier* hasil uji *hardness* pada raw material Jatim Steel lebih rendah dari material TKJY (Taikong) dan IBPM (Indonesia). Setelah dilakukan proses *heat treatment* hasil setelah proses *quenching* dan setelah proses *tempering* reject atau *out spec*.

Penyebab terjadinya kegagalan proses *heat treatment* adalah karena hasil *hardness* kurang dari 300 HV dan tidak dilakukannya pengujian awal sebelum *treatment*. Dan untuk menghasilkan barang

yang sesuai standar yang diinginkan perlu dilakukan *treatment* ulang.

Saran

1. Untuk menghindari terjadinya kegagalan pada proses *heat treatment* maka pada raw material perlu dilakukan pengujian awal dan ditentukan standar minimal untuk *hardness* 300 HV.
2. Merubah standar *hardness* raw material dari maksimal 318.9 HV menjadi range 300-318.9 HV.
3. Pada proses *heat treatment* perlu dilakukan pengujian secara sampling pada setelah proses *quenching* sehingga akan diketahui lebih awal jika terjadi ketidaksesuaian.
4. Pembentukan team-team riset yang berfungsi untuk meneliti proses-proses yang telah dilaksanakan selama ini sehingga dapat ditemukan efisiensi-efisiensi proses yang lain yang bisa memenuhi visi dan misi perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardi, WWW. Crayonpedia. Org / Mw / BAB X Pengujian Logam Di akses pada tanggal 07 Maret 2013.
- JIS Handbook, 1994. Ferrous Material Dan Metallurgy, Japan.*
- Metal Hand book Edisi 8, Vol. 7, 1972. Atlas of mikrostructures of industrial alloy, ASM.* Di akses pada tanggal 01 April 2013.
- Suratman Rochim, 1994. Paduan Proses Perlakuan Panas, ITB Bandung.
- Suherman Wahid, 1999. Ilmu logam II, Jurusan Teknik mesin FTI – ITS.
- Suherman Wahid, 1998. Perlakuan panas, Jurusan Teknik mesin FTI – ITS, Surabaya.
- Suherman Wahit, Pengetahuan Bahan, ITS Surabaya.