ISSN : 2598–3814 (Online), ISSN : 1410–4520 (Cetak)

ANALISA PERLAKUAN PANAS TERHADAP BAJA KARBON NS 1045

Samsul Bahri
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tjut Nyak Dhien

Abstrak

Besi atau baja sangat luas pemakaiannya dibidang teknik, atau boleh dibilang hampir sebagian besar pengembangan teknologi selalu berhadapan dengan besi atau baja, baik untuk transportasi, peralatan bangunan, peralatan pertanian, mesin-mesin dan sebagainya., bila besi maupun baja tidak dapat digunakan untuk keperluan tertentu dapat dipilih bahan lain yaitu baja paduan. Baja paduan ini baja yang telah dipadu dengan unsur-unsur lain sehingga sifat-sifatnya mendekati dengan sifat-sifat yang diperlukan. Setelah dilakukan pemanasan baja NS 1045 masing-masing pada temperatur 800^0C, 900^0C dan 1000^0C kemudian dicelupkan ke dalam media pendingin masing-masing air (H_2O), air garam (NaCl) dan minyak oli. Dari hasil pemanasan tersebut dilakukan pengujian kekerasan yang dipanaskan pada 800^0C, 900^0C dan 1000^0C dan dicelup ke dalam media pendingin air (H_2O) kekerasannya 77,75 HRc, 94,00 HRc dan 112,73 HRc, media pendingin air garam (NaCl) kekerasannya masing-masing 45,6 HRc, 65,00 HRcdan 88,50 HRc, sedangkan media pendingin oli diperoleh kekerasannya masing-masing 32,25 HRc, 49,50 HRc dan 75,24 HRc

Kata-kata Kunci *: Baja NS 1045, Pemanasan, Kekerasan, Media Pendingin.*

I. Pendahuluan

Penentuan bahan yang tepat pada dasarnya merupakan kompromi antara berbagai sifat, lingkungan, proses pengerjaan, cara penggunaan dan sampai di mana sifat bahan dapat memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Beberapa sifat teknis yang harus diperhatikan sewaktu pemilihan:

A. Sifat mekanis, yaitu kekerasan, struktur mikro, proses perlakuan, modulus elastisitas, batas mulur, kekuatan tarik, sifat fatik, keuletan, impak, tahan aus dan perbandingan kekuatan(berat). Sifat daya tahan terhadap, tekukan, torsi dan geser.
B. Sifat selama proses pembentukan, mampu pemesinan, mampu las, karakteristik pengerjaan panas dan dingin dan mampu tempa.
C. Sifat terhadap pengaruh lingkungan, daya tahan korosi, panas, aus dan pelapukan.

Pemilihan bahan akhirnya ditentukan oleh berbagai hal yang telah disebutkan diatas tadi termasuk cara-cara pembuatan maupun pembentukannya.. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa pemilihan bahan yang tepat merupakan suatu proses yang berkesinambungan dan perlu ditinjau secara teknis, ekonomis dan objektifitas.

Dari studi literatur menunjukkan bahwa diperlukan material logam yang sesuai dengan spesifikasi tertentu dalam membuat suatu komponen mesin maupun struktur, sehingga dituntut suatu proses pengolahan yang tepat agar dapat memenuhi aspek-aspek spesifikasi yang sesuai dengan yang dibutuhkankan.

1.1 Perumusan Masalah

Sebagaimana telah diuraikan, maka perlu dirumuskan permasalahan yang terjadi:

a. Diperlukan spesifikasi tertentu untuk suatu komponen mesin-mesin maupun suatu konstruksi.
b. Bagaimana cara pengolahan logam tersebut tanpa merobah unsur-unsur kimia yang dikandungnya.
c. Bagaimana hasil analisa yang dapat disimpulkan.

1.2 Tujuan Penelitian

Secara khusus tujuan penelitian ini dilakukan adalah :

a. Untuk mengetahui sifat-sifat baja karbon menengah setelah dilakukan perlakuan panas
b. Untuk mengetahui sifat-sifat baja setelah dilakukan tempering.
d. Untuk mengetahui sifat-sifat baja setelah dilakukan aniling.
e. untuk mengetahui difat-sifat baja setelah dilakukan normalizing
f. Sebagai bahan informasi bagi dunia pendidikan.
g. Menambah pengetahuan bagi para staf pengajar yang melakukan penelitian.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Perlakuan Panas.

Perlakuan panas adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat fisis logam tersebut. Baja dapat dikeraskan sehingga tahan aus dan kemampuan memotong meningkat, atau baja dapat dilunakkan untuk memudahkan pemesinan lebih lanjut. Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dalam dapat dihilangkan, besar butir diperbesar atau diperkecil, ketangguhan ditingkatkan atau dapat dihasilkan suatu permukaan yang keras di sekeliling inti yang ulet. Untuk memungkinkan perlakuan panas yang tepat, susunan kimia baja harus diketahui karena perubahan komposisi kimia, khususnya karbon

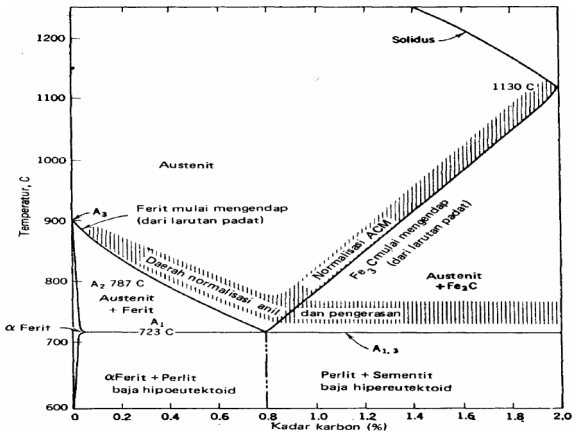
dapat mengakibatkan perubahan sifat-sifat fisis. Sebelum dirol, lembaran baja dipanaskan terlebih dahulu, setelah selesai dibentuk lembaran logam dinormalkan disusul dengan proses pelurusan.

2.2 Diagram Temperatur Pemanasan.

Bila sepotong baja dengan kadar karbon 0,20% dipanaskan secara merata dengan lambat dan temperaturnya dicatat pada selang waktu tertentu, akan diperoleh kurva seperti terlihat dalam Gambar 1. Sumbu mendatar adalah laju pemanasan atau waktu yang diperlukan untuk memanaskan atau mendinginkan baja sebesar 10^0C. Kurva ini merupakan garis vertikal kecuali pada titik-titik dimana laju pemanasan atau pendinginan mengalami perubahan. Terlihat bahwa pada tiga titik terdapat perbahan dalam laju pemanasan.

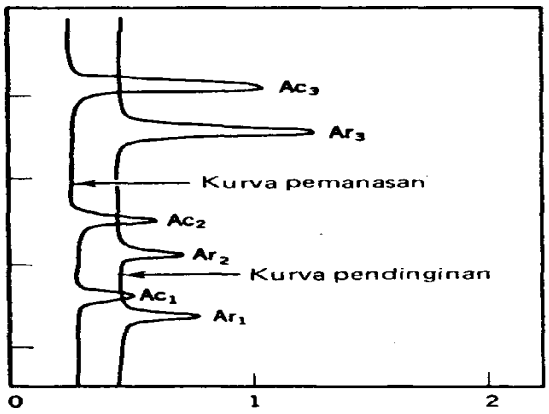
Hal yang sama dijumpai sewaktu pendinginan, tercatat tiga titik perubahan yang lebih rendah dibandingkan dengan sewaktu pemanasan. Titik-titik dimana terjadi perubahan struktur disebut *titik transformasi* dan diberi lambang Ac_1, Ac_2 dan Ac_3. Huruf c adalah huruf permulaan dari kata Perancis chauffage yang berarti memanaskan. Titik-titik identik yang diperoleh pada kurva pendinginan disebut Ar_1, Ar_2 dan Ar3, r diambil dari kata *refroidissement* yang berarti mendinginkan.

Perubahan-perubahan yang terjadi pada titik-titik kritis tersebut disebut *perubah-atlotropik.* Meski susunan kimia tetap, baja mengalami perubahan sifat, antara lain, tahanan listrik, struktur atom dan kehilangan sifat magnetik. Menurut definisi, suatu pubahan tahanan listrik, struktur atom dan kehilangan sifat magnetik.



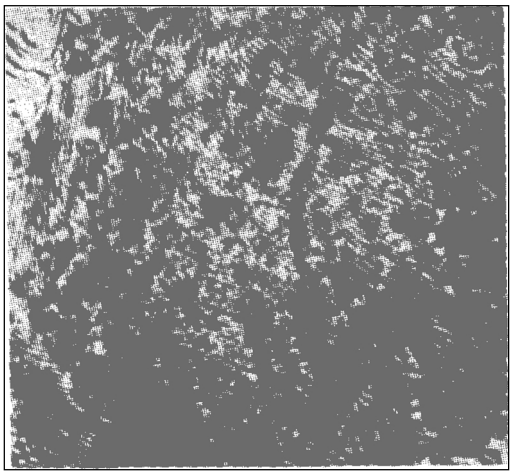
Gambar 1. Daerah temperatur pemanasan

Menurut defininisi suatu perubahan alotropi adalah perubahan yang mampu balik atau reversibel pada struktur atom suatu logam yang diikuti dengan perubahan sifat. Titik kritis tersebut harus diketahui, mengingat perlakuan panas baja meliputi pemanasan di atas daerah ini. Baja tidak dapat dikeraskan kecuali bila dipanaskan diatas daerah kritis bawah dan kadang-kadang diatas daerah kritis atas.panaskan kritis, Baja tidak dapat dikeraskan kecuali bila dipanaskan di atas daerah kritis bawah dan lang-kadang di atas daerah kritis atas.



Gambar 2. Kurva laju-inverse untuk baja

Serangkaian percobaan pemanasan dan pendinginan dapat dilakukan pada baja dengan kandungan karbon yang berbeda dan bila hasilnya digambarkan sebagai kurva temperatur terhadap kadar karbon maka akan diperoleh suatu diagram serupa dengan Gambar 1. Diagram ini yang disebut diagram besi-karbida besi parsial hanya berlaku luntuk kondisi pendinginan yang perlahan-lahan. Temperatur pencelupan yang tepat dapat diperoleh dari diagram ini.

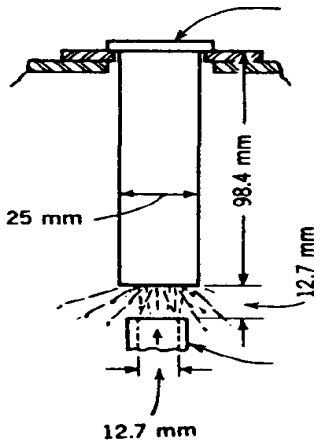


Gambar 3. Struktur baja Etsa 5% pikral sementit dan ferit dalam perlit

2.3 Kemampuan Pengerasan Baja

Kemampuan pengerasan logam dapat ditentukan dengan mempergunakan percobaan yominy seperti terlihat pada Gambar 4. Sepotong baja berukuran diameter 25 mm, panjang 100 mm dinormalisir kemudian dipanaskan sampai temperatur austenitisasi. Contoh lengan cepat diletakkan pada landasan dengan salah satu ujungnya 12,7 mm di atas pipa ir. Air disemprotkan sehingga seluruh benda menjadi dingin. Setelah itu permukaan diratakan sedalam 0,38 mm dan diukur kekerasannya pada irak 1,6 mm mulai dari bagian bawah, yang disemprot air, sampai jarak 75 mm. Kekerasan yang paling dekat dengan ujung adalah yang tertinggi, karena pendinginannya paling cepat.

Makin jauh dari ujung bahan makin lunak, karena pada pendinginan harus ada konduksi panas ke ujung. Baja dengan kemampuan pengerasan yang inggi akan mempunyai kekerasan yang merata.

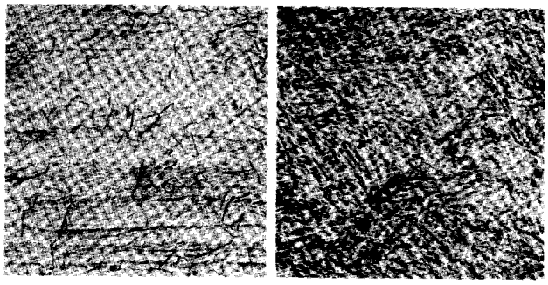


Gambar 4. Percobaan Jominy

Bila kemampuan pengerasannya rendah, kekerasan akan turun dengan tajam semakin jauh dari ujung. Dari hasil percobaan Jominy dapat dibandingkan kemampuan pengerasan berbagai jenis baja, terutama tebal lapisan yang dikeraskan. Unsur paduan meningkatan kemampuan pengerasan baja dan benda berukuran kecil dapat dikeraskan dengan merata dari dalam sampai permukaan. Penambahan unsur paduan menyebabkan penggeseran diagram transformasi isotermal ke sebelah kanan sehingga baja lebih mudah dicelup tanpa memotong ujung kurva. Oleh karena itu baja lebih mudah dikeraskan karena memerlukan laju pendinginan yang lebih lambat dibandingkan dengan baja karbon. Dengan perkataan lain baja paduan dapat dikeraskan secara efektif dengan mencelupkannya dalam minyak.

2.4 Struktur Baja yang Dikeraskan.

Telah diketahui bahwa austenit merupakan larutan padat karbon dalam besi-gamma. Baja karbon terdiri dari austenit pada temperatur di atas temperatur kritis. Bentuk austenit yang dilihat dengan mikroskop pada pembesaran 125 x dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur baja tahan karat, dicelup air, Pembesaran 125x.

Dengan pencelupan dari temperatur yang cukup tinggi biasanya tidak semua austenit berubah, dan austenit sisa ini mempunyai kekerasan setengah dari kekerasan martensit dan bersifat non-magnetik. Bila baja hipoeutektoid didinginkan secara perliahan-lahan, austenit bertransformasi menjadi ferit dan perlit. Baja dengan susunan demikian lunak dan ulet. Bila baja didinginkan dengan lebih cepat, akan dihasilkan susunan yang berlainan, baja akan lebih keras akan tetapi kurang ulet. Pendinginan yang cepat seperti- pencelupan dalam air akan menghasilkan struktur martensit. Martensit adalah Struktur yang paling keras. Sementit yang lebih keras sedikit terdapat secara bebas dan dalam jumlah yang kecil dalam baja hipereutektoid sehingga pengaruhnya atas kekerasan baja dapat diabaikan.

Unsur yang sangat penting dalam baja yang dikeraskan ialah *martensit.* Martens, seorang ilmuwan berbangsa Jerman, menemukan struktur ini pada tahun 1878. Martensit diperoleh dengan mencelupkan baja karbon dalam air dan terbentuklah fasa transisi yang terjadi karena dekomposisi austenit dengan cepat dan merupakan larutan padat karbon. Kekerasan martensit tergantung pada kadar karbon dan berkisar antara kekrasan Rockwell C 45 dan C 67. Martensit sukar di potong, bahannya rapuh dan bersifat magnetik.

Bila baja dicelup, lebih lambat daripada kecepatan kritis, terbentuklah struktur yang hitam dan agak bulat yang disebut *perlit halus.* Perlit halus kurang keras dibandingkan dengan martensit, kekerasannya berkisar antara 34 dan 45 Rockwell C; ulet dan tahan beban kejut. Bila laju pendinginan diperlambat lagi, maka akan terbentuk perlit kasar.

2.5 Kerasan Maksimum Baja

Kekerasan maksimum yang dapat dicapai tergantung pada kadar karbon. Meskipun penambahan unsur paduan seperti khrom dan vanadium dapat meningkatkan kemampuan pengerasan baja paduan, kekerasan maksimal tidak dapat melampaui kekerasan baja karbon dengan kadar karbon yang sama.

Untuk dapat mencapai kekerasan maksimum karbon harus larut sempurna dalam austenit. Laju pendinginan minimal yang dapat menghasilkan 100% martensit disebut *cepatan pendinginan atau pencelupan kritis.* Selain itu, harus diusahakan agar jumlah martensit sisa dapat ditekan karena austenit sisa akan melunakkan struktur. Kekerasan maksimum dapat dicapai bila austenit seluruhnya berubah menjadi martensit dan nilai kekerasannya 66 sampai 67 Rockwell C . Untuk dapat mencapai nilai ini kadar karbon harus sama dengan atau lebih dari 0,60%.

III. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium material PTKI mulai dari tanggal 15 Pebruari s.d 10 Maret 2009. Pengujian yang dilakukan adalah Hardening pada temperature 800^0C, 900^0C dan 1000^0C ,Tempering 300^0C, 400^0C dan 500^0C, Aniling dan Normalizing.

3.1 Bahan dan Peralatan yang Digunakan.

Bahan.
a. Baja Karbon NS – 1045
b. Air Murni
c. Air garam
d. Oli

Peralatan.
a. Tungku Pemanas (*Furnace*)
d. Pengering
h. Pinset
b. Jangka sorong
e. Pemoles
I. Mesin Drayer
c. Mesin *Hardness Tester*
f. Kain Lap .
j. Toples.
d. Tissu
h. Mesin grinda l. Kikir

3.2 Metode Pengujian.

Pemanasan *(Hardening).*

Baja NS – 1045 dibubut menjadi spesimen 18 buah dengan ukuran diameter 14 mm dan tinggi 20 mm

Bersihkan baja tersebut dengan kaertas pasir sampai bersih mengkilat.

Uji kekerasan masing-masing spesimen dan catat.

Kemudian panaskan spesimen tersebut pada tungku pemanas pada temperature 800^0C 900^0C, dan 1000^0C dan tahan masing-masing selama 1 jam. Celupkan spesimen tersebut kedalam air aqua, air garam dan oli

Uji kekerasannya dan catat.

Lakukan pengujian mikrostruktur dan ambil photonya serta cetak

3.3 Tempering.

Panaskan kembali spesimen yang telah dihardening tersebut didalam tungku pemanas masing-masing spesimen pada temperatur 300^0C, 400^0C dan 500^0C

Dinginkan dengan air, uji kekerasannya dan catat.

Lakukan pengujian mikrostruktur dan ambil photonya serta cetak

3.4 Anealing.

Panaskan specimen kembali di dalam dapur pemanas pada temperature 800^0C tahan 1 jam dan dinginkan didalam dapur pemanas tersebut lalu mematikannya atau Off.

Setelah dnging bersihkan kembali baja yang telah dipanaskan tersebut dari segala kotoran yang ada dan ukur kekerasannya serta catat.

Lakukan pengujian mikrostruktur dan ambil photonya serta cetak

3.5 Normalizing.

Panaskan kembali spesimen di dalam dapur pemanas 800^0C tahan 1 jam dan dinginkan dengan udara lingkungan.

Bersihkan kembali baja yang telah dipanaskan tersebut dari segala kotoran yang ada dan ukur kekerasannya serta catat.

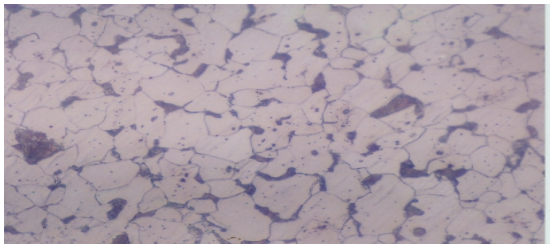
Lakukan pengujian mikrostruktur dan ambil photonya serta cetak

3.6 Pengolahan Data

Setelah diperoleh harga kekerasan masing-masing specimen, seterusnya ditabelkan, sehingga memudahkan menyelesaikannya dan mengolahnya. Untuk menyelesaikannya dilakukan dengan menggunakan exel. Pengolahan data dengan exel lebih mudah untuk membuat grafik hubungan antara temperature pemanasan dan kekerasan yang terjadi pada setiap proses pendinginan dengan media air, air garam dan minyak oli. Grafik ini akan dapat memperlihatkan perubahan kekerasan tersebut, dengan adanya perubahan posisi titik-titik proses pada grafik tersebut akan menunjukkan terjadinya perbedaan kekerasan diantara bahan dengan perbedaan cara perlakuan yang telah diberikan, Gambar mikrostruktur yang ditunjukkan juga akan memberikan informasi tentang perlakuan yang dilaksanakan.

IV. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

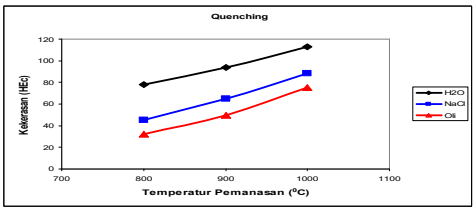
Bahan yang digunakan adalah baja NS 1045 sifat mekanik kekerasannya adalah HRc 15,4. Komposisi 0,44%C, 0,30%Si, 0,70%Mn, mikrostrukturnya dengan matriksnya adalah Ferit dengan warna putih dan Perlit dengan warna hitam bertumpuk berupa tapak tangan dengan photo mikrostruktur seperti Gambar 6.



Gambar 6. Mikrostruktur baja NS 1045

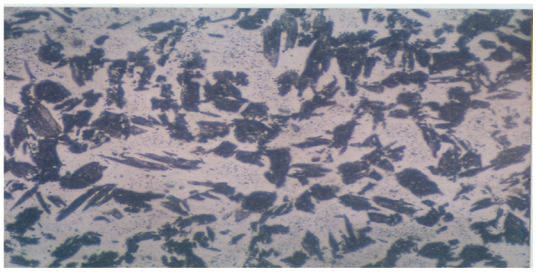
Setelah dilakukan pemanasan baja NS 1045 masing-masing pada temperatur 800^0C, 900^0C dan 1000^0C kemudian dicelupkan kedalam media pendingin masing-masing air (H_2O), air garam (NaCl) dan minyak oli. Dari hasil pemanasan tersebut dilakukan pengujian kekerasan dipanaskan pada 800^0C, 900^0C dan 1000^0C dan dicelup kedalam media pendingin air (H_2O) kekerasannya 77,75 HRc, 94,00 HRc dan 112,73 HRc, media pendingin air garam (NaCl) kekerasannya masing-masing 45,6 HRc, 65,00 HRcdan 88,50 HRc, sedangkan media pendingin oli diperoleh kekerasannya masing-masing32,25 HRc, 49,50 HRc

dan 75,24 HRc. Hal ini diperlihatkan pada pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan kekerasan dengan pemanasan Pada 800^{0}C, 900^{0}C dan 1000^{0}C dan didinginkan dengan media pendingin air, air garam dan oli

Setelah dilakukan pemanasan dan dicelupkan ke dalam media pendingin, kemudian dilakukan pengujian mikrostruktur dengan menggunakan mikroskop maka diperoleh gambar mikro strukturnya pada Gambar 8.

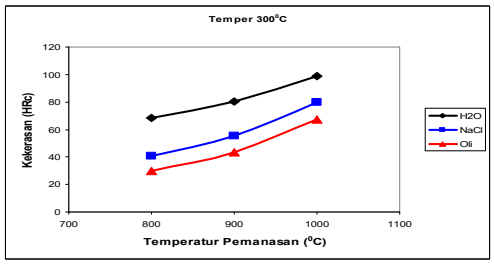


Gambar 8. Mikrostruktur baja yang didinginkan dengan air(H_2O)

Dari Gambar 8. terlihat hubungan antara perlakuan panas dan media pendingin yang diberikan pada baja yang dipanaskan diatas temperatur kritis, terlihat bentuk matrik yang terjadi adalah martensit (hitam) dan selang seling ferit (putih) secara menumpuk menyerupai tapak tangan. Baja seperti ini sangat keras akan tetapi getas atau rapuh, dan selalu mempunyai tegangan sisa sewaktu pemanasan, sehingga kurang baik dipakai secara langsung, Untuk itu perlu dihilangkan tegangan sisa yang terjadi dengan proses *tempering*, yaitu pemanasan dibawah temperature kritis, 300^{0}C, 400^{0}C dan 500^{0}C.

4.1 Tempering pada 300^{0}C

Tempering adalah pemanasan kembali baja yang telah diquenching, kemudian panaskan kembali masing-masing pada temperatur 300^{0}C dan didinginkan dengan air, yang bertujuan untuk menghilangkan tegangan sisa yang terjadi pada baja setelah dicelup ke dalam media pendingin air, air garam dan oli, maka setelah dilakukan pengujian kekerasan maka diperoleh hasilnya seperti Gambar 9.



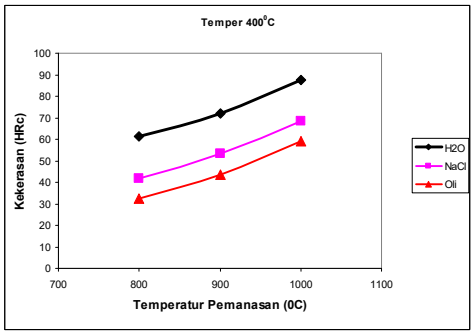
Gambar 9. Hubungan kekerasan baja dicelup ke media pendingin setelah distempering pada 300^{0}C

Baja yang dipanaskan pada temperature 800^{0}C, 900^{0}C dan 1000^{0}C dan ditempering pada temperature 300^{0}C, kemudian dicelup kembali dengan air (H_2O) kekerasannya masing-masing 68,36 HRc, 80,11 HRc dan 98,75 HRc. Dicelup dengan air garam (NaCL) kekerasannya masing-masing adalah 40,60 HRc, 55,50 HRcdan 79,90 HRc. Pendinginan dengan oli kekerasannya masing-masing 29,73 HRc, 43,36 HRc dan 67,18 HRc. Dalam hal ini tempering dengan 300^{0}C Dari keseluruhan pengujian tempering terjadi penurunan kekerasan 8% s.d 20%

4.2 Ditempering Pada 400^{0}C

Baja yang telah dilakukan pemanasan pada temperature 800^{0}C, 900^0 dan 1000^{0}C dicelup kedalam media pendingin air (H_2O), air garam (NaCL) dan oli, karena sifatnya sangat rapuh dan mengandung tegangan sisa, sehingga pada riset ini dilakukan meniadakan tegangan sisa tersebut dengan *tempering* pada 400^{0}C. Akibatnya terjadi penurunan kekerasan, Pendinginan dengan air kekerasannya adalah 61,40 HRc, 75,13 HRc dan 87,40 HRc, Pendinginan air garam (NaCl) kekerasannya 41,60 HRc, 50,39 HRc, 68,60 HRc, pendinginan dengan oli kekerasannya menjadi 32,27 HRc, 45,36 HRc dan 58,93 HRc. Ternyata terjadi penurunan kekerasan 18% s.d 25%

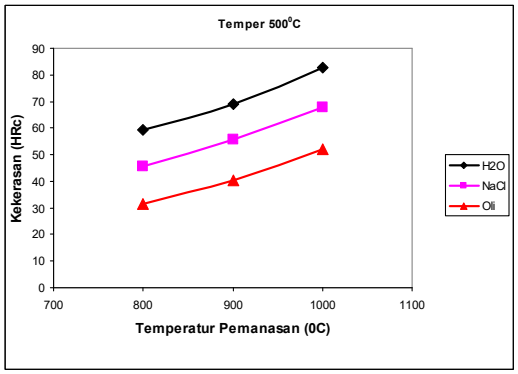
Hal ini dapat dilihat pada Gambar 10 terjadi perbedaan kenaikan kurva antara pendinginan dengan oli, air garam dan air, akan tetapi bila dibandingkan dengan tanpa tempering terjadi penurunan kekerasan yang besarnya seperti diuraikan di atas.



Gambar 10. Hubungan kekerasan dan temperatur pemanasan kemudian ditempering pada 400^{0}C

4.3 Ditempering Pada 500^{0}C

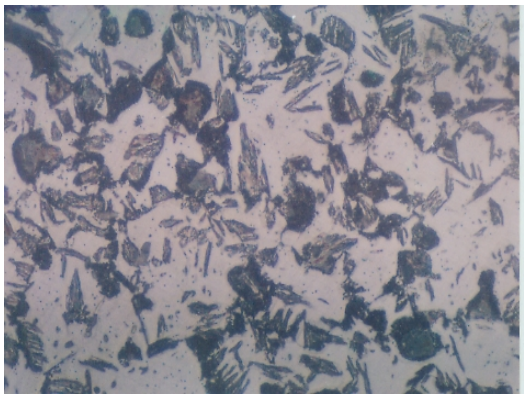
Dalam riset ini dilakukan juga tempering pada 500^{0}C, terjadi juga penurunan kekerasan, hal ini dapat dilihat pada Gambar 11 hubungan antara kekerasan dan pemanasan baja kemudian ditempering pada 500^{0}C.



Gambar 11. Hubungan kekerasan dan temperatur pemanasan kemudian ditempering pada 500^{0}C

Setelah dilakukan tempering pada 500^{0}C maka terjadi penurunan kekerasan, pendinginan dengan air kekerasannya 59,36 HRc, 69, 11 HRc, 82,75 HRc, air garam kekerasannya 55,60 HRc, 45,50 HRc, 61,90 HRc dan pendinginan dengan oli kekerasan nya menjadi 36,60 HRc, 40,36 HRc, 52,18 HRc.

Jika dibandingkan Harga kekerasan sebelum di tempering dan sesudah distempering tejadi penurunan kekerasannya 24% s.d 30%

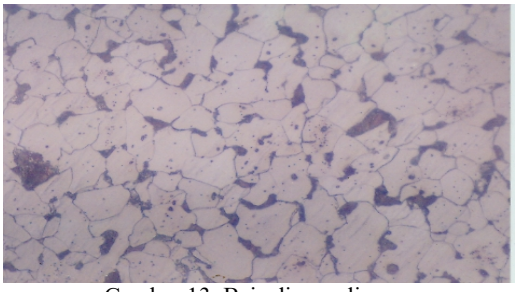


Gambar 12. Mikrostruktur baja yang distempering

Dari Gambar 12. dapat dilihat bahwa susunan mikro stukturnya terdiri dari sementit (hitam) bertumpuk-tumpuk dengan bentuk membulat diselang selingi dengan dan ferit (putih).

4.4 Annealing

Annealing adalah proses pelunakan baja dengan memanaskannya pada temperatur di atas temperatur kritis kemudian didinginkan yang cukup lambat didalam tungku pemanas itu sendiri atau pada suatu tempat yang mempunyai penyekat panas yang baik.



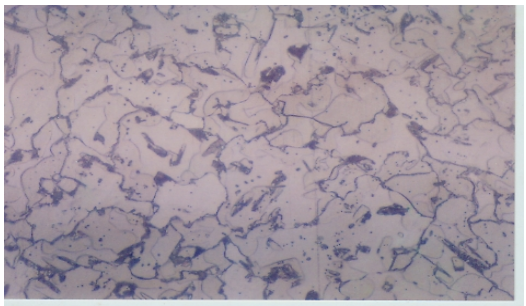
Gambar 13. Baja diannealing

Sehingga diperoleh besar butir kristal yang halus, maka dapat memperbaiki sifat-sifat mampu pemesinan. Besar butir kristalnya sangat halus, karena karbonnya mempunyai kesempatan untuk menyebar secara merata, butir-butir kristal perlit bertransformasi menjadi sejumlah kristal ferir dan perlit yang halus dan homogen. Kekerasannya mendekati harga kekerasan seperti semula 12,65 HRc.

4.5 Normalizing

Normalizing adalah proses pemanasan baja pada temperatur 50^{0}C diatas temperatur kritis dan pendinginan dilakukan dengan udara, karena pendinginan yang agak lambat, maka kesempatan untuk pembentukan ferit proeutektoid (pada baja hypoeutektoid) atau sementit proeutektoid (pada baja hypereutectoid) akan lebih banyak dan perlit akan lebih sedikit. Dalam gambar 4.7. dapat dilihat bahwa ferit (putih) lebih banyak daripada sementit (hitam). Dengan kata lain bahwa normalizing adalah untuk mengubah letak titik eutectoid menjadi lebih ke kiri pada baja hypoutektoid dan lebih ke kanan pada baja hypereutectoid. Jadi eutectoid tidak lagi 0,8% C

Struktur pada proses normalizing lebih halus dan lebih homogen, sehingga memberikan respon lebih baik terhadap proses pengerasan. Kekerasannya 14,9 HRc



Gambar 14. Baja dinormalizing

V. Kesimpulan

Dengan melakukan analisa setelah pengujian kekerasan dan mengamati besar butiran kristal logam maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan perlakuan pengerasan dan didinginkan dengan media pendingin air, air garam dan oli, maka kekerasan yang tertinggi adalah pemanasan pada temperature 1000^{0}C

dengan media pendingin air (H_2O) sebesar 112,73 HRc, sedangkan dengan air garam juga pada temperature 1000^0C dengan kekerasan 88,50 HRc, sedangkan dengan oli kekerasannya terjadi pada pemanasan 1000^0C dengan kekerasan 75,24 HRc.

2. Setelah ditempering kekerasannya menurun, karena adanya pemanasan pada temperatur tempering tersebut, dimana martensit merupakan suatu struktur metastabil yang berupa larutan padat supersaturated dimana karbon yang terperangkap dalam struktur body center tetragonal akan mulai mengeluarkan karbon yang berpresifitasi sebagai karbida besi, sedangkan body center tetragonal secara berangsur-angsur akan menjadi struktur body center cubic, besi alpa dan ferit. Dengan keluarnya karbon tersebut maka tegangan didalam struktur body center tetragonal akan berkurang sekaligus menurunkan kekerasannya juga. Sehingga:

3. Dengan melakukan anil atau pelunakan maka butir kristal logam akan menjadi lebih halus, sehingga memudahkan dalam proses pemesinan, tegangan dalam akan hilang, ferit lebih banyak dari sementit, kekerasannya lebih rendah dari tempering.

4. Ferit eutectoid maupun sementid proeutektoid akan lebih sedikit dan perlit akan lebih banyak dan ferit lebih sedikit jika dibandingkan dengan anil, kekerasannya menurun dari proses tempering.

Daftar Pustaka

[1] Dieter G.E., dan Djaprie S., 1998, *Metalurgi Mekanik,* Erlangga, Jakarta.

[2] Ny.Sriati Djafrie, Van Vlack, 1986, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Edisi kempet, Erlangga, Jakarta.

[3] R.L.Timings, 1992, *Engineering Materials*, Volume 1, Malysia.

[4] Van Vlack, Ny. Sriati Djaprie, 1986, *Ilmu dan teknologi Bahan*, edisi keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.

[5] William D. Callister, 1990, *Materials Sxience and Engineering*, second edition, Salt Lake City, Utah, Januari.