

ANALISA PENGARUH *QUENCHING* DAN *TEMPERING* TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA BAJA AISI 1050

M. Nur Mujaddedy¹, Jufriadi², Akhyar Ibrahim²

¹Mahasiswa Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata

Email : mmujadeddy@gmail.com

Abstrak

Proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) adalah suatu proses mengubah sifat logam dengan cara mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendingin dengan atau tanpa merubah komposisi kimia logam yang bersangkutan. Untuk penelitian ini di gunakan material baja AISI 1050 dan Sempel uji sesuai standart ASTM. Pemanasan awal 850° C selama 20 menit lalu di lakukan quenching. Di tempering pada suhu 150° C, 250° C, 350° C, 450° C, dan 650° C di tahan selama 15 menit. Pengujian kekerasan menggunakan metode rockwell c pengujian ketangguhan menggunakan metode impact charpy. Dari nilai rata – rata harga impact pada A1 yaitu 0,35 j/mm². Pada nilai harga impact B1, didapat nilai 0,1 j/mm², pada nilai C1 didapat 1,32 j/mm², pada D1 nilai harga impact 0,27 j/mm², pada E1 nilai 0,14 j/mm², pada kedua nilai terakhir antara F1 dan G1 yakni 0,47 j/mm² dan 0,58 j/mm². Nilai kekerasan spesimen (A1) sebesar 80.8 HRC. Pada spesimen Hardening B1 di dapat nilai kekerasan sebesar 99.60 HRC. pada spesimen C1 didapat nilai kekerasan menjadi 90,9 HRC. D1 didapat nilai 102,2 HRC, Sedangkan Tempering E1 di dapat nilai kekerasan menjadi 96,1 HRC. Pada tempering F1 dan G1 di dapat nilai 95,2 HRC, dan 71,1 HRC.

Kata kunci: Baja AISI 1050, *Quenching*, *Tempering*

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Baja karbon AISI 1050 adalah jenis baja yang tergolong dalam baja paduan karbon sedang yang banyak digunakan sebagai bahan utama pada mesin seperti poros, gear, crankshaft dan batang penghubung piston pada kendaraan bermotor. Baja karbon sedang merupakan salah satu material yang banyak diproduksi dan digunakan untuk membuat alat-alat atau bagian-bagian mesin, karena baja karbon sedang memiliki sifat yang dapat dimodifikasi, sedikit ulet (*ductile*) dan tangguh (*toughness*) [1]. material yang tidak sesuai dengan standar kekerasan (HRC) yang telah ditentukan oleh konsumen. Berdasarkan toleransi kekerasan standar material yang diizinkan adalah 24±4 HRC. Maka permasalahan diatas perlu dilakukan penentuan metode perbaikan yang tepat, agar kekerasan material AISI 1050 dapat sesuai dengan standar kekerasan dan sesuai dengan harapan dan kebutuhan konsumen

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Baja Karbon

Baja adalah logam paduan, dimana logam besi adalah unsur dasarnya yang diikuti dengan beberapa elemen lainnya termasuk karbon. Kandungan unsur karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% sesuai jenis baja itu

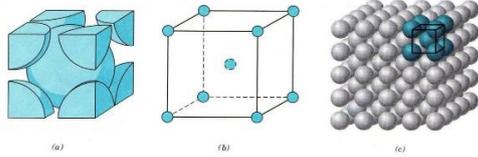
sendiri. Karbon, mangan, fosfor, sulfur, silikon, adalah elemen-elemen yang ada pada baja karbon. Selain itu, ada elemen lain yang ditambahkan untuk membedakan karakteristik antara beberapa jenis baja diantaranya: mangan, nikel, krom, molybdenum, boron, titanium, vanadium dan niobium. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya kita dapat mendapatkan kualitas baja yang kita inginkan. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal (*crystal lattice*) atom besi

2.2 Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

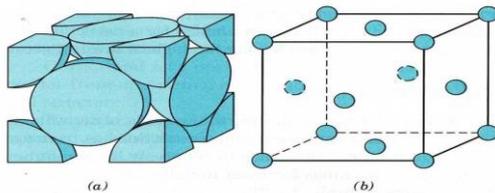
Proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) adalah suatu proses mengubah sifat logam dengan cara mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendingin dengan atau tanpa merubah komposisi kimia logam yang bersangkutan. Tujuan proses perlakuan panas untuk menghasilkan sifat-sifat logam yang di inginkan. Perubahan sifat logam atau sebagian dari logam.[2]

Adanya sifat *alotropik* dari besi menyebabkan timbulnya variasi struktur mikro dari berbagai jenis logam. *Alotropik* itu sendiri adalah merupakan transformasi dari satu bentuk susunan atom (sel satuan) ke bentuk susunan atom yang lain.

Pada temperatur dibawah 910°C sel satuannya *Body Center Cubic* (BCC), temperature antara 910°C dan 1392°C sel satuannya *Face Center Cubic* (FCC), sedangkan temperature diatas 1392°C sel satuannya kembali menjadi BCC.[3]



Gambar 2. 1 Bentuk Sel Satuan BCC



Gambar 2. 2 Bentuk Sel Satuan FCC

Proses perlakuan panas ada dua kategori, yaitu :

1. *Softening* (Pelunakan) : Adalah usaha untuk menurunkan sifat mekanik agar menjadi lunak dengan cara mendinginkan material yang sudah dipanaskan didalam tungku (*annealing*) atau mendinginkan dalam udara terbuka (*normalizing*).
2. *Hardening* (Pengerasan) : Adalah usaha untuk meningkatkan sifat material terutama kekerasan dengan cara celup cepat (*quenching*) material yang sudah dipanaskan ke dalam suatu media quenching berupa air, air garam, maupun oli

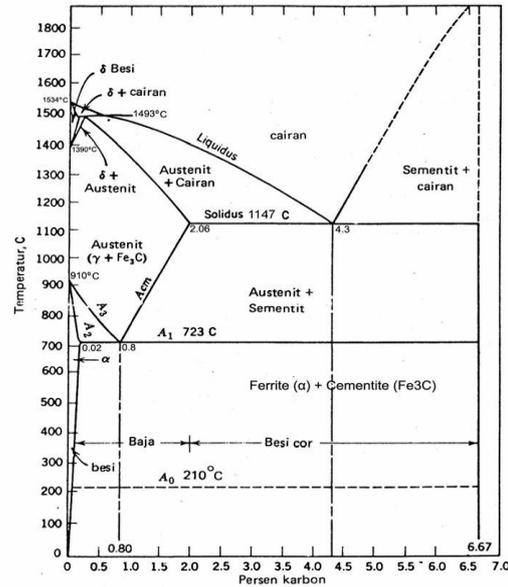
2.2.1 Diagram fase Fe-Fe3C

Diagram fase Fe-Fe₃C merupakan diagram untuk kombinasi karbon dengan besi pada keadaan solid solution. Diagram fase ini termasuk diagram ase binary karena menunjukkan hubungan antara dua variable yaitu hubungan antara temperatur dan kandungan karbon (%C) selama pemanasan lambat. Dari diagram fase tersebut dapat diperoleh informasi-informasi [3]

1. Fasa yang terjadi pada komposisi dan temperatur yang berbeda dengan kondisi pendinginan lambat.
2. Temperatur pembekuan dan daerah-daerah pembekuan paduan Fe-C bila dilakukan pendinginan lambat.
3. Temperatur cair dari masing-masing paduan.

4. Batas-batas kelarutan atau batas kesetimbangan dari unsur karbon pada fasa tertentu.

5. Reaksi-reaksi metalurgis yang terjadi, yaitu reaksi eutektik, peritektik dan eutektoid



Gambar 2. 3 Diagram fasa Fe-Fe3C

Dari gambar diatas dapat diterangkan atau dibaca diantaranya

1. Pada kandungan karbon mencapai 6.67% terbentuk struktur mikro dinamakan Cementit Fe₃C (dapat dilihat pada garis vertikal paling kanan). Sifat – sifat cementitte diantaranya sangat keras dan sangat getas
2. Pada sisi kiri diagram dimana pada kandungan karbon yang sangat rendah, pada suhu kamar terbentuk struktur mikro ferit.
3. Pada baja dengan kadar karbon 0.83%, struktur mikro yang terbentuk adalah Perlit, kondisi suhu dan kadar karbon ini dinamakan titik Eutektoid.
4. Pada baja dengan kandungan karbon rendah sampai dengan titik eutektoid, struktur mikro yang terbentuk adalah campuran antara ferit dan perlit.
5. Pada baja dengan kandungan titik eutektoid sampai dengan 6.67%, struktur mikro yang terbentuk adalah campuran antara perlit dan sementit.
6. Pada saat pendinginan dari suhu leleh baja dengan kadar karbon rendah, akan terbentuk struktur mikro Ferit Delta lalu menjadi struktur mikro Austenit.
7. Pada baja dengan kadar karbon yang lebih tinggi, suhu leleh turun dengan naiknya kadar karbon, peralihan bentuk langsung dari leleh menjadi Austenit.[4]

2.2.2 Quenching

Quenching adalah proses perlakuan panas dimana prosesnya dilakukan dengan pendinginan yang relatif cepat dari temperatur austenisasi (umumnya pada jarak temperature 815°C–870°C) pada baja.

Tujuan dari proses *quenching* secara umum pada baja (baja carbon, *low alloy steel*, dan *tool steel*) adalah untuk proses *hardening*, yaitu menghasilkan struktur mikro martensit pada baja tersebut. Proses *hardening* yang baik adalah bila mendapatkan harga kekerasan, kekuatan, dan *toughness* yang besar tetapi dengan *residual stress*, distorsi, dan *cracking* yang minimal. Pada *stainless steel* dan *high alloy steels* tujuan proses *quenching* adalah untuk meminimalisasi keberadaan batas butir karbida atau untuk meningkatkan distribusi ferit.

2.2.3 Tempering

Proses *tempering* adalah pemanasan baja sampai temperature sedikit di bawah temperature kritis, kemudian ditingkatkan dalam tungku dan suhunya dipertahankan sampai merata selama 15 menit. Selanjutnya didinginkan dalam media pendingin. Tujuannya jika kekerasan turun, maka kekuatan tarik turun pula

1. *Tempering* pada suhu rendah (150-300°C). Tujuannya hanya untuk mengurangi tegangan tegangan kerut dan kerapuhan dari baja. Proses ini digunakan untuk alat alat kerja yang tidak mengalami beban yang berat, seperti misalnya alat alat potong mata bor yang dipakai untuk kaca dan lain-lain.
2. *Tempering* pada suhu menengah (300-500°C). Tujuannya menambah keuletan dan kekerasannya menjadi sedikit berkurang. Proses ini digunakan pada alat alat kerja yang mengalami beban berat seperti palu, pahat, pegas.
3. *Tempering* pada suhu tinggi (500-650°C). Tujuannya untuk memberikan daya keuletan yang besar dan sekaligus kekerasan menjadi agak rendah. Proses ini digunakan pada roda gigi, poros, batang penggerak dan lain-lain.

3 Metodologi Penelitian

3.1 Alat Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jangka sorong untuk mengukur specimen uji

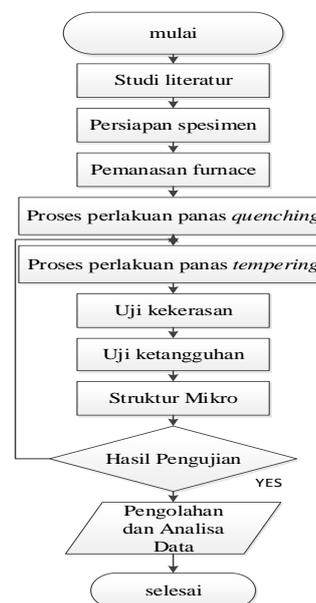
2. Gergaji untuk memotong baja AISI 1050 sesuai dengan ukuran sampel yang akan digunakan pada penelitian.
3. Kertas *abrassife* yang berfungsi untuk menghaluskan permukaan baja
4. Tungku pemanas (*furnance*) yang berfungsi untuk memanaskan sampel pada suhu tertentu atau sesuai yang diinginkan.
5. Wadah *quenching*
6. Mesin uji kekerasan *vickers* yang berfungsi untuk mengetahui nilai
7. kekerasan dari suatu benda uji.
8. Mesin uji *impack charphy* yang berfungsi untuk mengetahui nilai ketangguhan dari suatu benda uji.
9. Mikroskop Optik yang digunakan untuk melihat struktur mikro dari baja.

3.2 Bahan

Berikut ini bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Specimen uji
2. Kertas abrassife
3. Air

3.3 Diagram Alir



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

4. Analisa Dan Pembahasan

4.1 Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini dilakukan proses *hardening* dengan suhu 850°C (A1) dan waktu penahan 20 menit dan *quenching* dengan air. dilanjutkan dengan proses *tempering* dengan memvariasikan temperatur yaitu 150°C (B1),

250°C (C1), 350°C (D1) 450° (F1) dan 650°C (G1) dengan waktu penahan 15 menit. Dari hasil *hardening* dan *tempering* tersebut untuk setiap parameter dilakukan pengujian mekanik yaitu uji kekerasan menggunakan metode Rockwell untuk melihat nilai kekerasan dan uji Impact yang bertujuan untuk mengetahui dan beban tiba – tiba dan melakukan metalografi

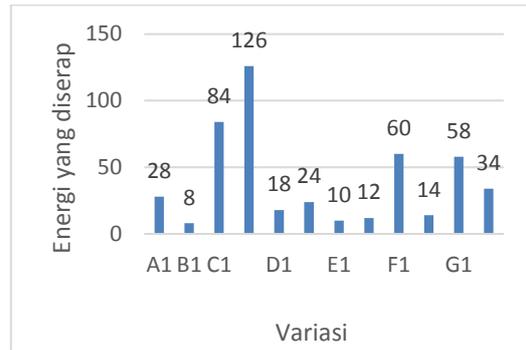
4.1.1 Hasil dan Pengolahan Data Pengujian Impact

Dari hasil pengujian beban *impact* dengan menggunakan mesin *charpy*, maka didapat energi yang diserap (E) dari proses *heat treatment* dengan metode *quenching* dan *tempering* dengan media pendingin air, Dapat dilihat hasil dan pengolahan data pengujian impact pada table di bawah ini:

Table 4. 1 pengolahan data pengujian impact

Spesimen	tinggi	lebar	Luas penampang (mm ²)	Energi yang diserap (joule)	Harga impact (joule/mm ²)
A1	8	10	80	28	0,35
B1	8	10	80	8	0,10
C1	8	10	80	84	1,05
	8	10	80	126	1,58
D1	8	10	80	18	0,23
	8	10	80	24	0,30
E1	8	10	80	10	0,13
	8	10	80	12	0,15
F1	8	10	80	60	0,75
	8	10	80	14	0,18
G1	8	10	80	58	0,73
	8	10	80	34	0,43

Dari table diatas dapat di gambarkan Energi yang di serap dalam bentuk diagram batang dibawah ini :



Gambar 4. 1 Diagram Energi yang di serap

Pada diagram diatas dapat dilihat nilai energi yang di serap pada A1, yakni base material yaitu 28,0 Joule . Pada nilai harga impact B1, didapat nilai 8.0 Joule. pada nilai C1 melonjak naik menjadi 84,0 Joule dan 126,0 Joule. pada D1 nilai harga impact Kembali turun pada angka 18,0 Joule dan 24,0 Joule. pada E1 nilai turun Kembali diangka 18,0 Joule dan 12,0 Joule. sedangkan nilai F1 60,0 Joule dan 14,0 Joule, sedangkan G1 medapat nilai 0,73 Joule dan 0,43 Joule. Dapat dilihat Pada hasil diatas suhu Tempering berpengaruh, karna pada nilai sampel C1 menunjukkan nilai paling tinggi dibandingkan sampel lainnya

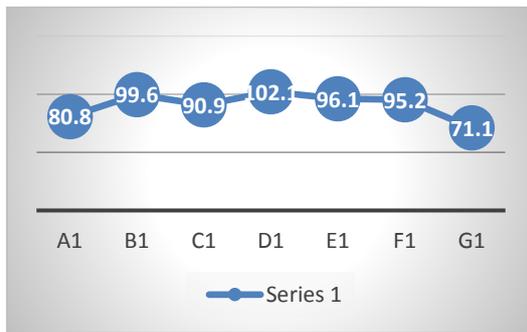


Gambar 4. 2 Grafik harga impact

Pada grafik diatas dapat dilihat nilai rata – rata harga impact pada A1, yakni base material yaitu 0,35 j/mm². Pada nilai harga impact B1, didapat nilai 0,1 j/mm² , pada nilai C1 melonjak naik pad 1,32 j/mm² , pada D1 nilai harga impact Kembali turun pada angka 0,27 j/mm², pada E1 nilai turun Kembali diangka 0,14 j/mm² , sedangkan pada kedua nilai terakhir antara F1 dan G1 masing - masing yakni 0,47 j/mm² dan 0,58 j/mm²

4.2. Hasil dan Pengolahan Data Pengujian Kekerasan

pengolahan data pengujian kekerasan pada grafik di bawah ini:



Gambar 4. 3 Grafik nilai kekerasan

Dari data nilai kekerasan pada grafik 4.3 diatas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kekerasan antara spesimen *raw material* dengan spesimen yang mengalami proses *Hardening*. Temperatur *tempering* sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan spesimen. Semakin tinggi temperatur *tempering* semakin rendah nilai kekerasan spesimen. Tetapi pada khusus ini pada temperetur (C1) terjadi penurunan, tetapi pada temperatur (D1) terjadi peningkatan yang cenderung lebih tinggi.

Nilai kekerasan spesimen *raw material* (A1) sebesar 80.8 HRC. Pada spesimen *Hardening* B1 dengan temperatur *Quenching* 850°C terjadi peningkatan dengan nilai kekerasan sebesar 99.60 HRC dengan waktu penahan 20 menit didinginkan di air, angka tersebut naik sekitar 18,8 HRC.

pada spesimen *Hardening* B1 terhadap spesimen C1 *tempering* 650°C. mengalami penurunan nilai kekerasan menjadi 90,9 HRC dengan waktu penahan 15 menit dan pendinginan di air, angka kekerasan tersebut turun 8.7 HRC .

Spesimen B1 terhadap D1 dengan temperatur *tempering* 450°C juga mengalami kenaikan nilai kekerasan menjadi 102,2 HRC, angka kekerasan tersebut naik 2,6 HRC.

Sedang *Tempering* E1 mengalami nilai kekerasan menjadi 96,1 HRC angka kekerasan ini turun 3,5 HRC

Pada *tempering* F1 dan G1 mengalami penurunan nilai rata – rata kekerasan masing – masing yakni 95,2 HRC, dan 71,1 HRC dengan selisih nilai kekerasan dari spesimen B1 yaitu 4,4 HRC dan 8,5 HRC

Dari data nilai kekerasan diatas, dapat diketahui bahwa temperatur *tempering* juga berpengaruh terhadap nilai kekerasan spesimen yang telah mengalami proses *tempering*, dimana semakin tinggi temperatur *tempering* semakin besar terajadi penurunan kekerasan. (Windra Sampurna dan Yusuf Kaelani, 2016,) tetapi pada kasus ini mengalami kenaikan yang signifikan

terjadi karena suhu pada pendinginan air tidak lagi pada suhu kamar

4.2 Pengamatan Struktur Mikro

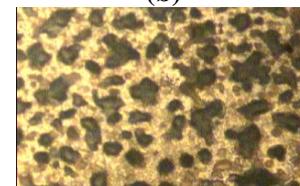
Pada penelitian ini pegujian struktur mikro menggunakan mikroskop optic dengan pembesaran 400 x. Setelah dilakukan pengujian struktur mikro didapat sebagai berikut :



(a)



(b)



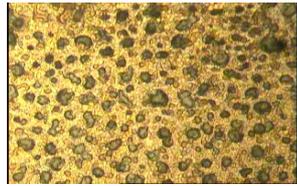
(c)



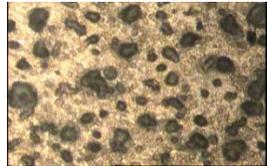
(d)



(e)



(f)



(g)

Pada gambar struktur diatas , pada gambar (d) menunjukkan struktur butiran yang seragam, dengan sifat kekerasan paling baik. Dan pada struktur mikro yang butirannya tidak seragam maka kekerasannya rendah seperti yang di tunjukkan (c)

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada spesimen uji dengan memvariasikan temperatur *tempering* yang berbeda maka dapat disimpulkan :

- Dari nilai rata – rata harga impact pada A1, yakni base material yaitu $0,35 \text{ J/mm}^2$. Pada nilai harga impact B1, didapat nilai $0,1 \text{ J/mm}^2$, pada nilai C1 melonjak naik pad $1,32 \text{ J/mm}^2$, pada D1 nilai harga impact Kembali turun pada angka $0,27 \text{ J/mm}^2$, pada E1 nilai turun Kembali diangka $0,14 \text{ J/mm}^2$, sedangkangpada kedua nilai terakhir antara F1 dan G1 masing - masing yakni $0,47 \text{ J/mm}^2$ dan $0,58 \text{ J/mm}^2$ Dapat dilihat Pada hasil diatas suhu Tempering berpengaruh, karna pada nilai sampel C1 menunjukan nilai paling tinggi dibandingkan sampel lainnya
- Nilai kekerasan spesimen *raw material* (A1) sebesar 80.8 HRC. Pada spesimen *Hardening* B1 dengan temperatur *Quenching* 850°C terjadi peningkatan dengan nilai kekerasan sebesar 99.60 HRC. pada spesimen *Hardening* B1 terhadap spesimen C1 *tempering* 650°C . mengalami penuru0nan nilai kekerasan menjadi 90,9 HRC. Spesimen B1 terhadap D1 dengan temperatur *tempering* 450°C juga mengalami kenaikan nilai kekerasan menjadi 102,2 HRC, Sedangkan *Tempering* E1 mengalami nilai kekerasan menjadi 96,1

HRC. Pada tempering F1 dan G1 mengalami penurunan nilai rata – rata kekerasan masing – masing yakni 95,2 HRC, dan 71,1 HRC

- Pada struktur mikro yang memiliki struktu yang seragam maka memiliki kekerasan yang paling baik dan yang struktur mikro nya tidak seragam maka nilai kekerasannya rendah

5.1 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan beberapa hal antara lain sebagai berikut.

- Perlu diadakan pelitian lebih lanjut Untuk media *quenching hardening* agar didapatkan baja yang keras.
- Perlu diadakan penelitian lanjut terhadap pemilihan temperatur tempering yang rendah.
- Diharapkan kepada mahasiswa yang melakukan uji metalografi menguasai prosudur pengujian untuk mendapatkan hasil yang optimal

DAFTAR PUSTAKA

- T. Ben Fikmar, 2013 ,“Pengaruh Kedalaman Alur Back Chipping Pada Pengelasan Listrik SMAW Baja Karbon Sedang AISI 1045 Terhadap Uji Kekuatan Tarik,” *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 4,
- K.-E. Thelning, *Steel and its heat treatment*. Butterworth-heinemann, 2013.
- S. Djafri, 1995 ,“Djafri, Sriati. Metalurgi Mekanik, Mechanical Metallurgy. Erlangga, Jakarta.”
- ASM, 2006 “Fundamentals of the Heat Treating of Steel,” *Pract. heat Treat.*, p. 18, 2006.