

**PENGARUH *HEAT TREATMENT* VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU
PENAHANAN (*HOLDING TIME*) TERHADAP SIFAT MEKANIK BAJA KARBON
RENDAH**

Fhadli Batubara¹, Akhmad Ardian Korda²,
Teknik Metalurgi, Fakultas Teknik dan Desain, Institut Teknologi dan Sains Bandung
Jalan Ganesha Boulevard LOT .A1, Deltamas, Kabupaten Bekasi
Email: Fhadlibatubara@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan baja karbon rendah banyak digunakan karna mulai dari segi harga relatif murah dibandingkan dengan baja lainnya, oleh karena itu sangat di perlukan untuk meningkatkan sifat mekanik terhadap baja karbon rendah karna dari segi kekuatan sangat lemah dan ketahanan korosi terhadap lingkungan untuk mencegah degradasi terhadap logam Untuk mendapatkan sifat mekanik yang baik yaitu dengan menggunakan modifikasi struktur mikro baja dengan memberikan perlakuan panas (*heattreatment*) dan waktu penahan (*holding time*) penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan metode peningkatan kekerasan baja karbon rendah melalui laku panas dengan parameter suhu pemanasan spesifik 730°C, dan 900°C, dengan variasi waktu 10, 20, 30 menit dan dilakukan *quenching* air. Percobaan dimulai dengan memotongkan plat baja A dengan ukuran lebar 2 cm, dengan diameter 30mm, perlakuan panas di mulai dengan semua sample dilakukan *normalizing* pada temperatur 900°C dan di tahan selama 20 menit lalu di lakukan suhu ruang untuk mendapatkan struktur yang homogen selanjutnya dilakukan perlakuan panas dengan suhu 730°C dan 900°C dengan pendinginan cepat menggunakan media air, dan di lanjutkan proses *tempering* dengan tujuan mengetahui berapa tingkatan kekerasan dan pengaruh terhadap sturuktur mikro. Adapun variabel yang digunakan penelitian ini adalah dengan menggunakan tempertur 730°C dan 900°C dengan waktu penahan media pendingin air berdasarkan hasil dari percobaan dapat di simpulkan bahwa spesimen (B) mengalami kenaikan 51% dari 129 HV menjadi 340 HV dan (A) mengalami penurunan 10% dari 117,3 HV menjadi 96,5 HV karna membesarnya butir-butir pada sample oleh karna itu maka penurunan kekerasan terjadi

Kata kunci: baja karbon rendah baja (A), baja (B), perlakuan panas, *holding time*.

1. Pendahuluan

Penggunaan baja karbon rendah banyak digunakan karna mulai dari segi harga relatif murah dibandingkan dengan baja lainnya oleh karna itu sangat di perlukan untuk meningkatkan sifat mekanik terhadap baja karbon rendah karna dari segi kekuatan sangat lemah dan ketahanan korosi terhadap

lingkungan untuk mencegah degradasi terhadap logam,

Oleh karna itu mulai dari presentase komposisi kimia pada baja karbon rendah mempunyai kadar karbon dibawah 0,25% sedangkan unsur pembentuk lainnya seperti Mn tidak lebih dari 0,5%, Cu tidak lebih dari 0,6%. Pada baja karbon rendah mempunyai kandungan karbon % C < 0,3%

yang berarti sifat dari kekerasan yang relatif rendah, dan mempunyai keuletan yang sangat tinggi dibandingkan dengan baja paduan lainnya.

Salah satu alternatif untuk perbaikan sifat mekanik pada baja karbon rendah adalah dengan menggunakan perlakuan panas dengan metode waktu penahan untuk menaikkan sifat mekaniknya dengan menganalisis struktur mikronya.

2. Tujuan penelitian

2.1 untuk menganalisis pengaruh suhu pada *heat treatment* pada fasa *austenite* dan struktur mikro pada baja karbon rendah

2.2 mempelajari variasi penahan waktu (*holding time*) pada *heattreatment* pada fasa *austenite* pada baja karbon rendah.

3. Percobaan

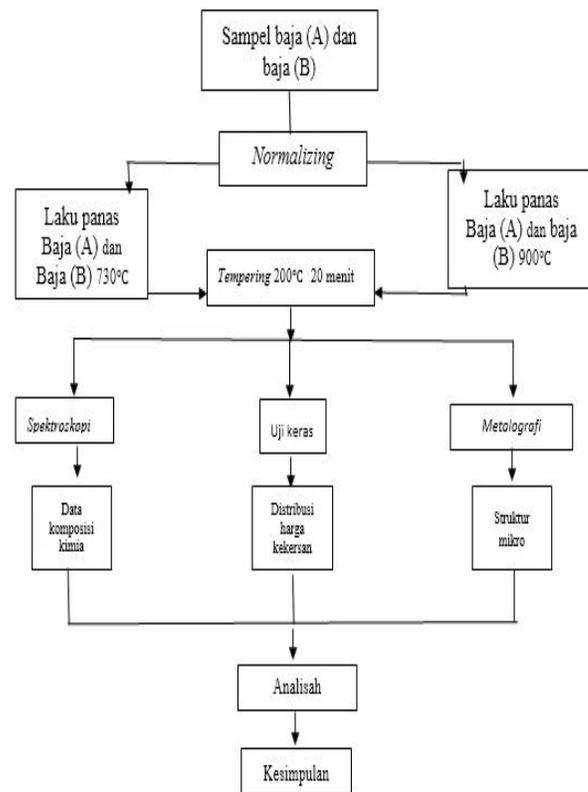
Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam percobaan ini yaitu:



Gambar 3.1 Tanur *furnace* buatan yang terbuat dari hebel yang di bentuk persegi dan membuat ruang pembakaran

Empat belas sample baja yang di panaskan di dalam tanur sample baja (A) dan baja (B) pada temperature 900 °C di *normalizing* selama 20 menit lalu di dinginkan melalui

pendingin udara, sesuai matriks percobaan dengan mengambil asumsi bahwa baja karbon rendah yang memiliki karbida yang mudah larut memerlukan waktu penahan sekitar 20 menit dan setiap sample di uji laku panas dengan suhu 730 celsius A1,A2,A3,dan 900 °CA1,A2,A3 dan 730 B1,B2,B3 dan 900 °C B1,B2,B3 dengan waktu penahan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit, proses laku panas dilakukan *furnace* buatan saya sendiri menggunakan hebel yang di bentuk persegi dan di buat ruang untuk pembakaran. Pada setiap akhir pemanasan paduaan baja tersebut dilakukan pendinginan air. **Gambar diagram alir percobaan 3.2**



4. Pengujian

No	Jenis Proses	Alat
1	Microhardness Vicker Load : 100 gf Holding time : 5 sec Load cell system up to 2kgf Auto Reading	

Gambar 3.1 Alat *vickers* shimadzu HMV-G 21 ST PT.INTEC Instrument

Uji keras dilakukan untuk melihat distribusi kekerasan pada masing – masing sample .pada setiap sample baja (A) dan baja (B) dilakukan uji keras sebanyak 3 kali dengan sample yang waktu penahan yang berbeda beda dan setiap sampel di beri titik indentor dilakukan dengan menganggap bahwa titik setiap sample akan memberikan nilai dari nilai memperoleh grafik-grafik untuk mengetahui mana sample yang mengalami kenaikan drastis dan mencapai titik tertinggi. Setelah mengetahui distribusi kekerasan tiap sample dilakukan plotting grafik untuk mengetahui sample mana yang mengalami kenaikan drastis.



Gambar 3.2: Miskroskop optik Kampus ITSB

Sebelum dilakukan mikro sample harus yang sudah di estsa agar terlihat jelas pada lensa mikro agar struktur yang ada di sampel bisa diamati dengan baik.

5. Analisis dan Pembahasan

Sifat baja karbon sangat tergantung padakadar karbon oleh karena itu baja karbon dikelompokan berdasarkan kadarkarbonnya. Baja dengan kadarkarbon kurang dari 0, 3% disebut baja karbon rendah, baja dengan karbon 0, 3% - 0, 7% disebut dengan baja karbon sedang dan baja dengan kadar karbon 0, 7% - 1, 5% disebut dengan baja karbon tinggi.

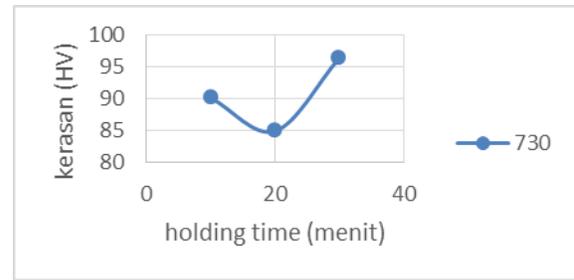
NO	UNSUR		NILAI (wt %)
1	Carbon	(C)	0,022
2	Silicon	(Si)	0,008
3	Sulfur	(S)	0,003
4	Phosphorus	(P)	0,010

5	Manganese	(Mn)	0,173
6	Nickel	(Ni)	0,01
7	Chromium	(Cr)	0,01
8	Copper	(Cu)	0,009
9	Wolframe/Tungsten	(W)	0,003
10	Titanium	(Ti)	0,001
11	Aluminium	(Al)	0,043
12	Zinc	(Zn)	0,001
13	Ferro	(Fe)	Balance

Tabel 5.1 Unsur Paduaan pada Baja (A)

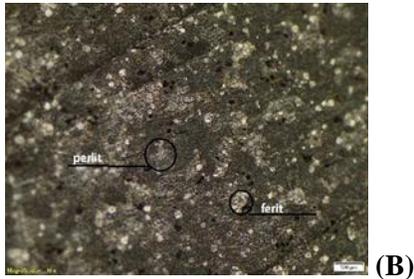
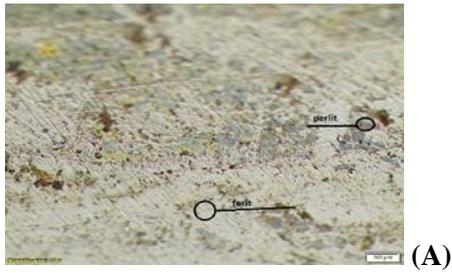
NO	UNSUR		NILAI (wt %)
1	Carbon	(C)	0,191
2	Silicon	(Si)	0,015
3	Sulfur	(S)	0,004
4	Phosphorus	(P)	0,010
5	Manganese	(Mn)	0,828
6	Nickel	(Ni)	0,01
7	Chromium	(Cr)	0,01
8	Copper	(Cu)	0,008
9	Wolframe/Tungsten	(W)	0,001
10	Titanium	(Ti)	0,001
11	Aluminium	(Al)	0,042
12	Ferro	(Fe)	Balance

Tabel 5.2: Unsur Paduaan pada Baja (B)

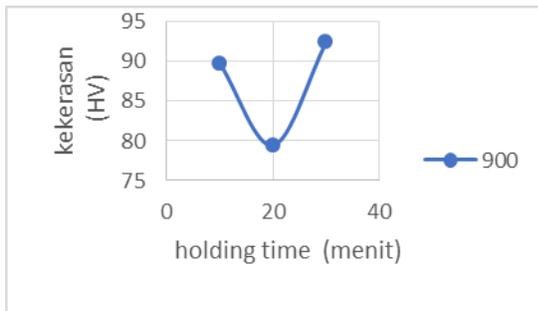


Gambar 4.1: kurva kekerasan pada baja baja (A) pada temperatur 730°C

Dari hasil pegujian kekerasan di peroleh bahwa pada teperatur 730°C mengalami penurunan nilai kekerasan di sebabkan bahwa pada ketika dilakukan peralakuan panas struktur pada mikro yang terjadi mebesar .hal ini kibat bahwa penurunan harga kekerasan karena atom – atom karbon yang masuk ke struktur baja hanya sediki sekali ^[25] penurunan kekerasan pada temperature ini ± 10% dari harga kekrasan sample awal ,dari grafik ini menunjukkan penuruan harga kekerasa yang lebih dratis yaitu pada *holding time* 20 menit denganharga kekerasan 85 (HV). dari harga kekerasan pada sample awal yaitu 117,3 (HV)



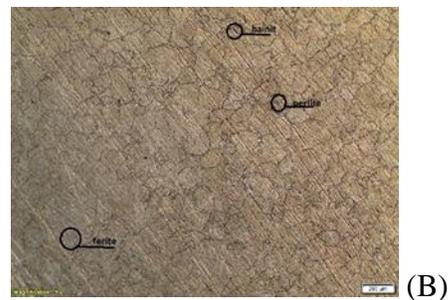
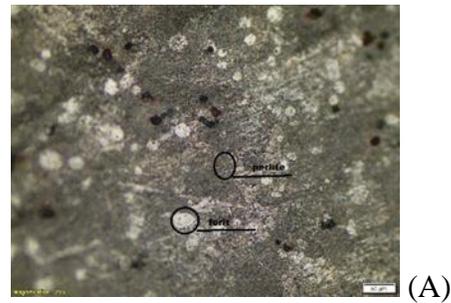
Gambar 4.2: Baja (A) dengan perlakuan panas 730°C dengan waktu penahan 20 menit dengan media *quenching* air dengan waktu *tempering* 200°C 20menit (b) struktur mikro baja (A) pada perlakuan panas 730°C dengan waktu penahan 30 menit dengan *quenching* air *tempering* 200 °C 30 menit



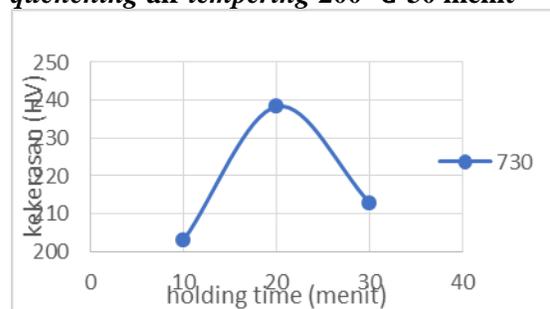
Gambar 4.3: Kurva kekerasan pada baja (A) pada temperatur 900°C

Pada grafik ini bisa dilihat bahwa harga kekerasan pada sample baja (A) teperatur 900°C mengalami penurunan drastis pada *holding time* 20 menit, disebabkan bahwa pada perlakuan panas dengan *holding time* 20 menit atom – atom karbon yang masuk hanya sedikit sekali [25], Harga kekerasan

yang mengalami penurunan sekitar 79,4 (HV) dari harga kekerasan sample awal 117,3 (HV), pada *holding time* 20 menit pada baja (A) ini mengalami penurunan yang di sebabkan bahwa pada *holding time* 20 menit ini bisa di jelaskan pada:

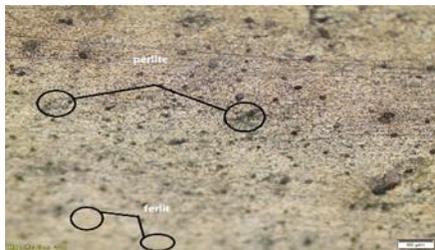


Gambar 4.4; Baja (B) dengan perlakuan panas 730°C dengan waktu penahan 20 menit dengan media *quenching* air dengan *tempering* 200°C 20 menit (B) Gambar 4.10 Struktur mikro baja (A) pada perlakuan panas 900°C dengan waktu penahan 30 menit dengan *quenching* air *tempering* 200 °C 30 menit

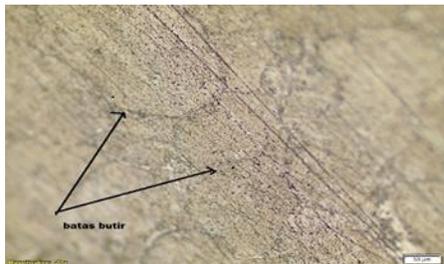


Pada grafik ini bisa dilihat bahwa pada baja (B) pada temperature 730°C mengalami

kenaikan kekerasan dari sample awal yang memiliki harga kekerasan 129 (HV) naik pada *holding time* 20 menit bahwa grafik ini membuktikan bahwa pada *holding time* 20 menit ini meningkatkan 238,3 (HV), kenaikan kekerasan terjadi dikarenakan butir-butir pada mikro pada sample baja (B) telah mencapai angka optimal, sehingga setelah *diquenching* akan terbentuk kekerasan yang tinggi yaitu struktur logam campuran *martensit-ferrit* dalam bentuk matrik *ferrit*^[1].

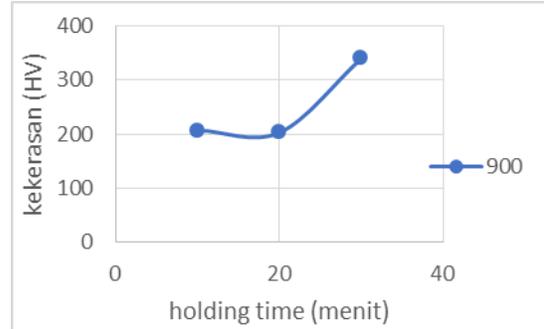


(A)

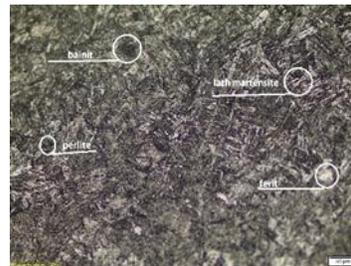


(B)

4.5 Struktur mikro baja (A) pada perlakuan panas 900°C dengan waktu penahan 30 menit dengan *quenching* air *tempering* 200 °C 20 menit (B) Struktur mikro baja (B) pada perlakuan panas 730°C dengan waktu penahan 30 menit dengan *quenching* air *tempering* 200 °C 30 menit



Pada grafik ini bisa dilihat bahwa pada baja (B) pada temperature 900°C mengalami kenaikan kekerasan dari sample awal yang memiliki harga kekerasan 129 (HV) naik pada *holding time* 30 menit pada temperature 900 °C bahwa grafik ini membuktikan bahwa pada *holding time* 30 menit ini meningkatkan 340 (HV), kenaikan kekerasan terjadi dikarenakan butir-butir pada mikro pada sample baja B telah mencapai angka optimal, sehingga setelah *quenching* akan terbentuk kekerasan yang tinggi yaitu struktur logam campuran *martensit-ferrit* dalam bentuk matrik *ferrit*^[1]

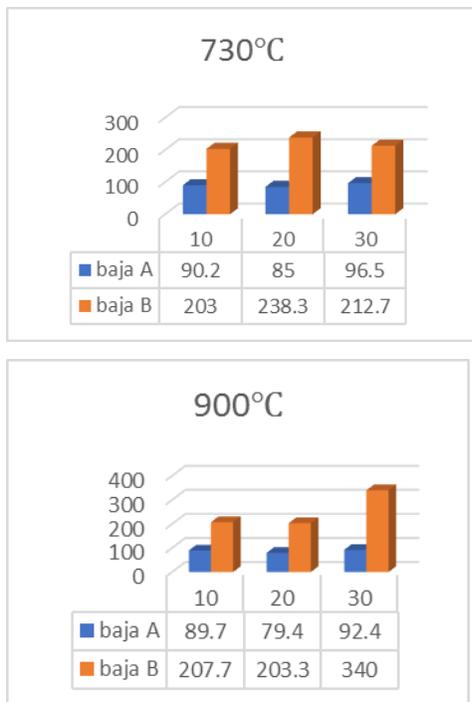


4.6 Struktur mikro baja (B) pada perlakuan panas 900°C dengan waktu penahan 10 menit dengan *quenching* air *tempering* 200 °C 20 menit

Pada struktur mikro ini menjelaskan bahwa Pada sample dari pengamatan struktur mikro

ini terjadinya *lath martensite* yang terjadi pada karbon rendah. Karena dimana waktu pendinginan cepat, sehingga atom karbon – karbon itu tidak sempat berdifusi, struktur *martensite* mempunyai 2 bentuk (*lath martensite*) untuk baja karbon di bawah 0,6 % karbon dan terbentuk pada baja karbon rendah untuk yang (*plate martensite*) itu di atas 0,6 % karbon, dari segi kekerasan *lath* lebih rendah dari pada *plate*.^[17] *pearlit* terlihat yang cenderung bulat bahwa *pearlit* mengandung lapisan *ferrit* dan *sementit* yang berselang seling sedangkan bainite memiliki struktur yang seperti *plate*.^[16]

Kurva perbandingan pengaruh waktu penahan (*holding time*)



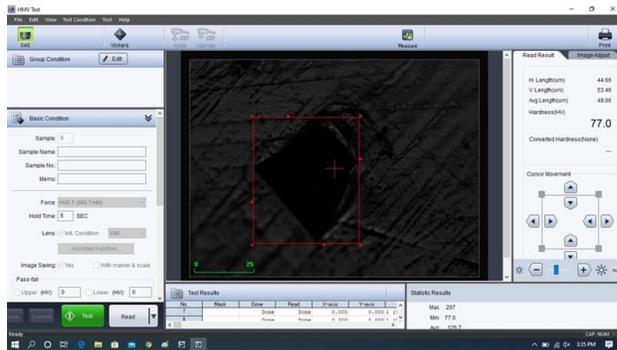
Gambar 4.7: (a) Diagram batang pada temperature 730 °C (b) Diagram batang pada temperature 900°C

Dari table ini kita bisa lihat bahwa pada diagram batang ini kita bisa membandingkan bahwa pada perlakuan panas pada sample baja (A) pada suhu 730 °C dan suhu 900 °C mengalami penurunan semua dan pada sample baja (B) mengalami kenaikan kekerasan.

Keterangan: bahwa hasil pengujian vikors tidak sesuai dengan hasil yang diperkirakan bahwa pada hasil pengujian ini banyak keliruaan pada hasil kekerasan yang di sebabkan faktor- faktor yaitu:

1. Akurasi: kemampuan alat atau instrument membaca secara linear sesuai dengan standar kekerasan yang di tetapkan serta dapat mentransfer tingkat keuatanya pada material yang di uji
2. Pengulangan: mampu menduplikasi hasil yang sudah sesuai standar kekerasan untuk material uji lainnya
3. Korelasi: mencapai hasil yang sama pada dengan mencocokkan melalui dua operator yang menguji dengan mesin yang sama
4. Operator: kesalahan ini yang sering terjadi karena ketika dua operator melakukan pengukuran material yang sama dalam satu tempat.
5. Material uji: yaitu kekurangan kehalusan dan banyak gelombang, dan kekurangan

akurasi yaitu menunjukkan pada **Gambar 4.17**



Gambar 4.8: Pada saat pengujian vikers kekurangan focus dan akurasi yang menjadikan alat mengambil nilai dengan auto reading

Bisa di lihat dari gambar bahwa pada hasil pengujian vikers tidak kurat. Oleh karna itu, dari nilai kekerasan yang di peroleh nilai tersebut dari hasil auto reading vikers tersebut. lalu dilakukan pengambilan rata-rata, dari setiap daerah dari tiap titik pengujian kekerasan, sehingga didapat nilai kekerasan seperti pada **Tabel 3.1** oleh karena itu nilai kekerasan pada table tersebut kurang akurat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah melakukan perlakuan panas pada temperatur 900 °C, *holding time* 30 menit pada baja mengalami peningkatan kekerasan

2. Pengaruh variasi temperature dan variasi *holding time* pada baja A mengalami penurunan kekerasan
3. Penggunaan variasi *holding time* dan perlakuan panas pada baja B dapat meningkatkan kekerasan
4. Pengaruh pada temperature *austensi* dapat meningkatkan kekerasan pada sample baja B dan menurunkan kekerasan baja A
5. Nilai kekerasan pada baja B meningkat sebanyak 211 (HV), dan menurunkan kekerasan baja A 37,9 (HV)
6. Pada saat *tempering* yaitu beranggapan untuk menghilangkan tegangan sisa pada sample yang di uji perlakuan panas terhadap variasi *holding time*

Daftar Pustaka

1. Maman Sulaeman¹, Haris Budiman², Engkos Koswara² *Program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Majalengka Jl. K.H. Abdul Halim No. 103 MAJALENGKA PROSES UJI DIMENSI, UJI KEKERASAN DENGAN METODE ROCKWELL DAN UJI KOMPOSISI KIMIA PADA CANGKUL DI BALAI BESAR LOGAM DAN MESIN (BBLM) BANDUNG*
2. ANALISIS KUALITAS SEKOP DARI HASIL PRODUKSI INDUSTRI KECIL DAN MENENGAH (IKM) DI INDONESIA METAL INDONESIA, Vol. 41 No. 2, Desember 2019 (62-68)
3. Joko tri wardoyo Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang (*METODE PENINGKATAN TEGANGAN TARIK DAN KEKERASAN PADA BAJA KARBON RENDAH MELALUI BAJA FASA GANDA (TEKNOIN, Vol. 10, No. 3, September 2005, 237-248)*)
4. GROTE AND TONSSON, 2008 SPRIGER HANDBOOK OF MECHANICAL ENGINEERING (teknik mesin dan manufaktur).
5. Sumiyanto.saputra, R.2012 analisis sifat mekanik baja dua fasa akibat variasi temperaur austenasi.jurnal FT institute sains dan teknologi nasional 14 juni 2013 di akses pada 14 juni 2013
6. JIS G 3141:2017 cold – reduced carbon steel sheet and strip (foreign standar) Standar by Japanese industrial Standard / Japanese Standar Association ,01/01/2017
7. JIS G 3131 :2018 hot – rolled mild steel plates,sheet and strip /Japanese standards associtation,01/01/2018
8. Sumber: Arifin Syamsul. *Ilmu Logam Jilid 1.* Halaman 106)
9. Sumber: Adhy Prayitno, Ismet Inonu .Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil Terhadap Kekerasan.1999)
10. (Sumber: Adhy Prayitno, Ismet Inonu .*Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan*
11. *Annealing heat treatment.* (William D.Callister. *Materials Science and Engineering.* Halaman 226
12. Typical cooling curve for a small cylinder quenched (Sumber : Sidney A Havner, Introduction To Physical Metallurgy)
13. (*Motagi and Bhosle, 2012).* *Heattreatment tempering*

14. Struktur mikro martensite (a) lath martensite in a 4140 steel and (b) plate martensite in the Fe-1.86%Cr alloy (Krauss. 1999).
15. T.V. Rajan, C.P. SHARMA dan ASHOK SHARMA. "Heat Treatment Principal and Techniques", Department of Metallurgical Engineering, Malaysia Regional Engineering College, Jaipur.
16. Metal Handbook, 1991, "Properties and Selection Irons, Steels and High Performance Alloys", Volume 1, American Society for Metals, Ohio
17. Rajan T.V., C.P. Sharma dan Ashok Sharma. Heat Treatment Principles and Techniques. Halaman 114)
18. Krauss, George. (1989). *Steels: Heat Treatment and Processing Principles*, ASM International. United States of America.
19. Foto Struktur Mikro Baja SAE 1080 Terlihat Koloni-koloni Lamelar Dari Perlit. Perbesaran 200x (ASM Handbook Metallography And Microstructures, vol. 9)
20. (Sumber: Muh. Iqbal Haqi *Hardening in High Carbon Steel.*) holding time (waktu penahan)
21. Krauss, George. (1986). *Steels: Heat Treatment and Processing Principles*, ASM International. United States of America. waktu penahan (*holding time*) heat treatment
22. Skema Transformasi Dekomposisi Austenite (Sumber: William D. Callister. *Materials Science and Engineering*)
23. (Sumber: William D. Callister. *Materials Science And Engineering* 7ed)
24. Material -teknik-5-iwan-pongo st.mt. pdf diagram ttt)
25. (Sumber: William D. Callister. *Materials Science and Engineering*)
26. (Mulyadi, 2010). Tentang unsur -unsur pemuatan pada baja.
27. .STUDI SIFAT FISIS DAN KARBONISASI PADAT DENGAN ARANG DAUN BAMBU BERUKURAN 200 MESH DAN ARANG HASIL SHAKERMILL (FAJAR RAMADHAN) PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN UNIVESITAS MUHAMADIYAH SURAKARTA 2019.
28. Thelning, K.E., "Steel and Its Heat Treatment, 2nd ed", Butter worths, London, 1984.
29. proses pembentukan martensite , bainit , dan pearite (mohammad arif ramdhoni) 111910101083