

“PENGARUH PROSES TEMPERING PADA BAJA KARBON MEDIUM SETELAH QUENCHING DENGAN MEDIA OLI DAN AIR GARAM (NaCl) TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO.”

Prof.Ir.Sasi Kirono,Msi¹., Pistoni Azis Saputra²

Lecture¹,College student²,Departement of machine, Faculty of Engineering, University Muhammadiyah Jakarta, Jalan Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510, Tlp 021-4244016,4256024, email : @yahoo.com

ABSTRAK

Dalam penelitian ini temperatur pemanasan yang diberikan adalah 850°C pada baja type SC45 dengan waktu tahan 45 menit kemudian di dinginkan dengan media pendingin oli dan air garam, dilanjutkan dengan proses temper pada temperatur 600°C. Pengujian yang dilakukan meliputi : pengujian komposisi kimia, pengujian tarik, pengujian kekerasan dan pengujian metallografi. Hasil pengujian Pada spesimen tanpa perlakuan panas memiliki kuat tarik 736,12 N/mm dengan fasa yang terbentuk adalah pearlite dan ferrit. pada spesimen dengan perlakuan panas temperatur 850 °C quenching oli memiliki nilai kekerasan 48,4 HRC dengan struktur mikro bainite dan martensite. Pada specimen dengan perlakuan panas temperatur 850 °C quenching air garam memiliki kekerasan 56,4HRC dengan struktur mikro martensite yang lebih dominan dibandingkan dengan bainite sehingga menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi dibandingkan dengan spesimen lain. pada spesimen dengan perlakuan panas temperatur 850 °C quenching oli, dilanjutkan dengan proses temper pada temperatur 600 °C, memiliki kuat tarik 837,73 N/mm² regangan sebesar 28 %, kekuatan luluh 757,18 N/mm² dan kekerasan 29,5HRC dengan struktur mikro ferrit dan sementite. pada spesimen dengan perlakuan panas temperatur 850 °C quenching air garam, dilanjutkan dengan proses temper pada temperatur 600 °C, memiliki kuat tarik 855,05 N/mm² dan regangan 28 %, kekuatan luluh 758,26 N/mm². serta tingkat kekerasan 30,9 HRC dengan struktur yang terbentuk adalah Kristal ferrit dan fasa sementite tampak lebih halus di bandingkan dengan oli temper.

Kata Kunci : Baja S45C, Heat Treatment, Non Heat Treatment

1. PENDAHULUAN

Baja merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan dengan unsur karbon sebagai salah satu dasar paduannya. Di samping itu baja juga mengandung unsur-unsur lain seperti sulfur (S), Posfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan sebagainya yang jumlahnya dibatasi. Sifat baja pada umumnya sangat dipengaruhi oleh prosentase karbon dan struktur mikro. Struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja. Karbon dengan unsur paduan lain dalam baja membentuk karbida yang dapat menambah kekerasan, tahan gores dan tahan temperatur. Perbedaan prosentase karbon dalam paduan logam baja menjadi salah satu cara mengklasifikasikan baja.

2. METODA EKSPERIMEN DAN FASILITAS YANG DIGUNAKAN

Setelah dilakukan pengamatan, pengukuran serta pengujian dilaksanakan terhadap masing-masing *specimen*, maka didapatkan data-data seperti yang akan ditampilkan pada bab ini bersamaan dengan analisa setiap pengujian dan pengamatan.

2.1. DATA HASIL PENGUJIAN

2.1.1 Data hasil uji komposisi kimia

Data hasil uji komposisi menggunakan metode SPARK OES, komposisi kimianya dapat dilihat dalam tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 hasil uji komposisi kimia

Unsur	Kadar%	Standar S45C
C	0,496	0,35-0,55
Si	0,234	0,20-0,40
S	0,003	0,040 _{max}
P	0,017	0,040 _{max}
Mn	0,742	0,60-0,90
Ni	0,010	-
Cr	0,031	-
Mo	0,001	-
V	0,004	-
Cu	0,024	-
W	0,001	-
Ti	0,045	-
Sn	0,003	-
Al	0,016	-
Pb	0,001	-
Nb	0,002	-
Zr	0,001	-
Zn	0,001	-
Fe	98,370	-

Berdasarkan tabel 2.1 di atas menunjukkan bahwa material yang digunakan dalam penelitian ini termasuk klasifikasi baja karbon *medium* dengan standar S45C.

2.1.2 DATA HASIL UJI TARIK

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari *specimen* baja karbon *medium* sebagai *specimen* pengujian dalam penelitian ini. Hasil pengujian tarik dalam penelitian ini adalah parameter setelah perlakuan panas baja karbon *medium*. Pengujian ini menggunakan mesin UPM 1000 pada skala beban 10 kN (untuk *speciment raw material*) dan 25 kN (untuk *speciment hardening* dan *temper*).

Pada *speciment* pengujian tarik ini, menggunakan standar pengujian ASTM A 370 dan setelah pengujian menghasilkan patahan sebagai berikut :

- Spesimen 1 : Raw material (non heat treatment) menghasilkan bentuk patahan *star fracture*, patahan penampang berbentuk *cup-cone* tetapi pada terdapat sobekan tak beraturan pada sisi penampang ukur dan butirannya seperti kristal.
- Spesimen 2 : *failed* (karena Spesimen di luar standar Lo)
- Spesimen 3 : *failed* (karena Spesimen di luar standar Lo)

- Spesimen 4 : pemanasan pada temperatur 850 °C, *Holding time* 45 menit, *Quenching* oli, dilanjutkan dengan proses temper pada temperatur 600 °C, menghasilkan patahan penampang *cup-cone* , menunjukkan spesimen mengalami patah ulet.
- Spesimen 5 : pemanasan pada temperatur 850 °C, *Holding time* 45 menit, *Quenching* air garam (NaCl) berkadar 15%, dilanjutkan dengan proses temper pada temperatur 600 °C, menghasilkan patahan penampang *cup-cone* , menunjukkan spesimen mengalami patah ulet.



Gambar 2.1 Spesimen yang telah di uji tarik

Tabel 2.2 hasil uji tarik

Kode spesimen	Penampang Spesimen Bulat, do (mm)	Panjang, lo (mm)	Gaya saat yeild, Fy (KN)	Gaya Maksimum, Fm (KN)	Perubahan Panjang, ΔL (mm)
1	13,86	50	63	111	13
4	14,06	50	117,5	130	14
5	14,05	50	117,5	132,5	14

Perhitungan luas penampang (A_o), kekuatan tarik (σ_u), kekuatan luluh (σ_y) dan regangan (e) adalah sebagai berikut:

Specimen 1

- perhitungan luas penampang :

$$\begin{aligned}
 A_o &= \frac{\pi}{4} D^2 \\
 &= \frac{3,14}{4} 13,86^2 \\
 &= 150,79 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Perhitungan tegangan tarik

$$\begin{aligned}
 \sigma_u &= \frac{F_m}{A_o} \\
 &= \frac{111000 \text{ N}}{150,79 \text{ mm}^2} \\
 &= 736,12 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

➤ Perhitungan tegangan yeild:

$$\begin{aligned}\sigma_y &= \frac{F}{A_0} \\ &= \frac{63000 \text{ N}}{150,79 \text{ mm}^2} \\ &= 417,79 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}e &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100 \% \\ &= \frac{13 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100 \% \\ &= 26 \%\end{aligned}$$

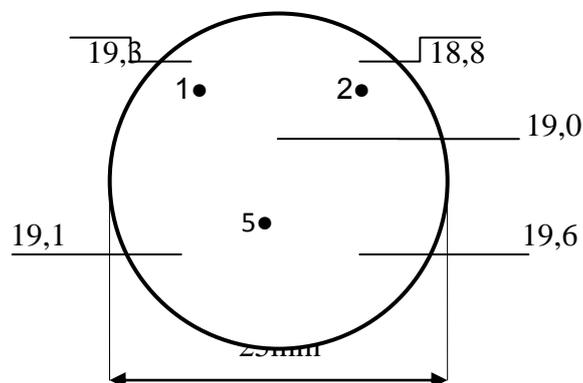
Diatas dilakukan pada specimen lainnya, hasil perhitungan dapat dilihat dalam tabel pengolahan data uji tarik, sebagai berikut :

Tabel 2.3 Hasil pengolahan data

Kode Specimen	Luas penampang awal, A_0 (mm^2)	Tegangan yield σ_y (N/mm^2)	Tegangan tarik σ_{uts} (N/mm^2)	Regangan saat patah e (%)
1	150,79	417,79	736,12	26
4	155,18	757,18	837,73	28
5	154,96	758,26	855,05	28

2.1.3 DATA UJI KEKERASAN

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode Rockwell pada beban 150 Kgf, indentor intan 120° dan *pre load* 10 Kgf. Posisi pengujian sebagai mana pada gambar 2.2



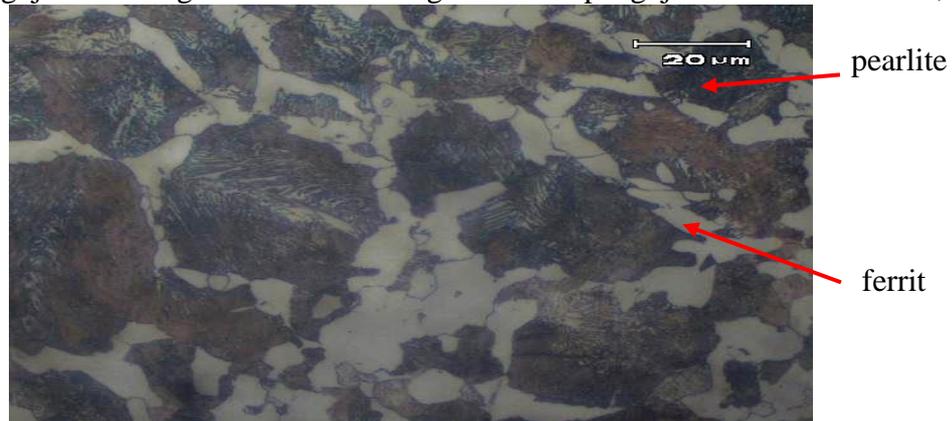
Gambar 2.2 contoh pengujian kekerasan Rockwell

Tabel 2.4 Hasil Uji Kekerasan Rockwell (HRc)

Kode spesimen	Nilai kekerasan HRc					Nilai kekerasan rata-rata (HRc)
	1	2	3	4	5	
1	19,3	18,8	19,6	19,1	19,0	19,2
2	43,7	50,4	50,9	52,4	44,6	48,4
3	56,6	61,1	55,0	58,2	51,1	56,4
4	29,9	30,6	30,1	30,1	26,7	29,5
5	31,4	31,6	31,8	30,9	28,7	30,9

2.1.4. DATA HASIL PENGAMATAN STRUKTUR MIKRO

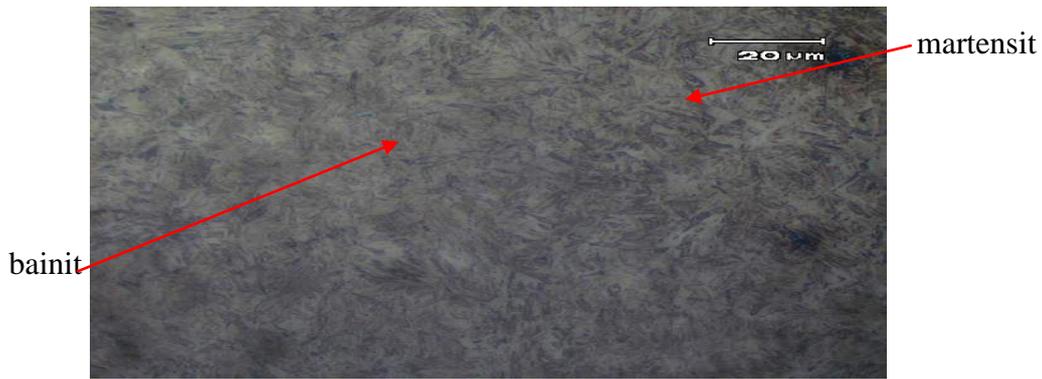
Pengujian metalografi dilakukan dengan metode pengujian ASTM E 407-93,



Gambar 2.3 Foto Struktur Mikro Spesimen 1 Raw material (non heat treatment), fasa perlit dan ferit etsa nital 2%



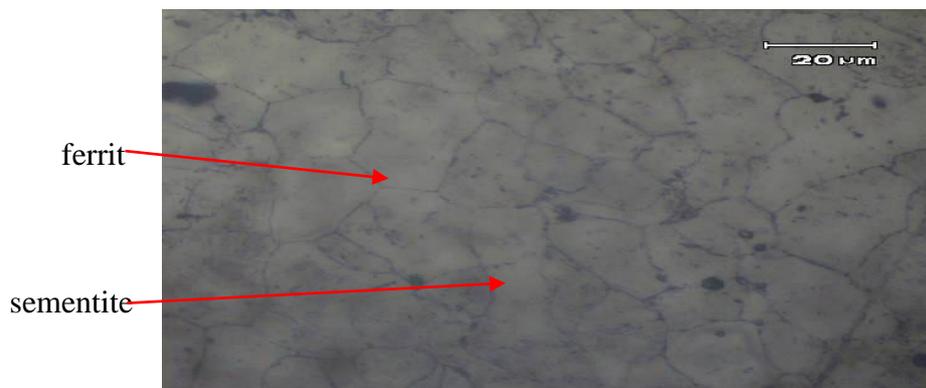
Gambar 2.4 Foto struktur mikro Spesimen 2 dengan pemanasan pada temperatur 850 °C, *Holding time* 45 menit. di lakukan *Quenching* oli SAE 10W- 40, fasa martensite dan sedikit bainit etsa nital 2%



Gambar 2.5 Foto stuktur mikro Spesiment 3 pemanasan pada temperatur 850 °C, *Holding time* 45 menit. di lakukan *Quenching* air garam (NaCl) berkadar 15% fasa martensit dan bainit, etsa nital 2%



Gambar 2.6 Foto stuktur mikro Spesimen 4 pemanasan pada temperatur 850 °C, *Holding time* 45 menit, *Quenching* oli, dilanjutkan dengan proses temper pada temperatur 600 °C fasa ferrit dan fasa sementite etsa nital 2%

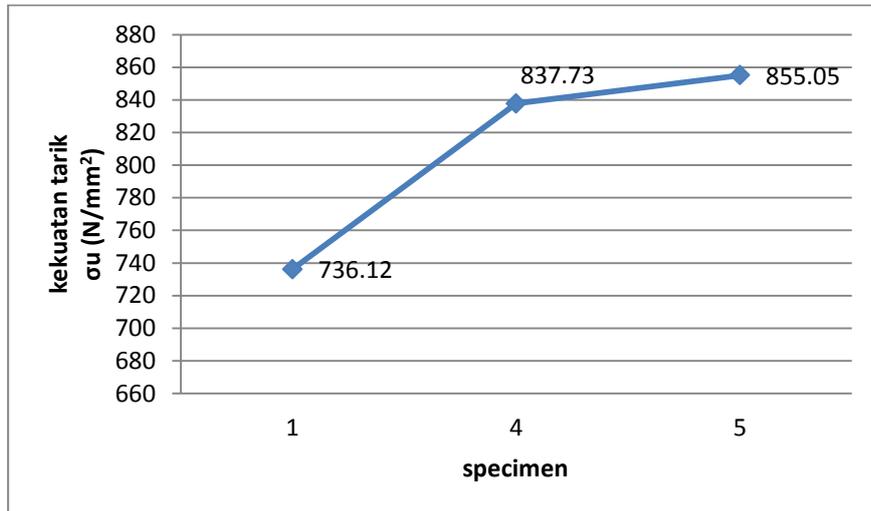


Gambar 2.7 Foto stuktur mikro Spesimen 5 pemanasan pada temperatur 850 °C, *Holding time* 45 menit, *Quenching* air garam (NaCl) berkadar 15%, dilanjutkan dengan proses temper pada temperatur 600 °C fasa ferrit dan fasa sementite etsa nital 2%

2.2 PEMBAHASAN

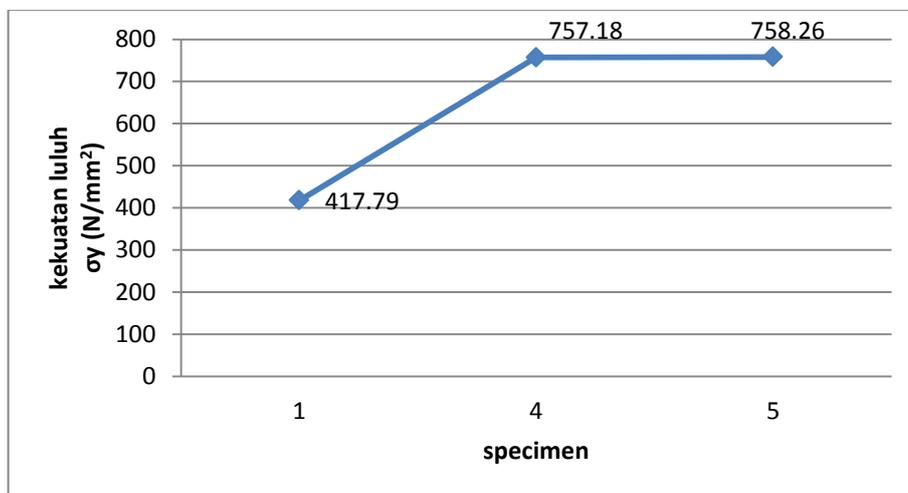
2.2.1 Pembahasan uji tarik

Dari tabel 2.3 hasil pengujian tarik selanjutnya dimasukkan ke dalam diagram batang seperti dibawah ini:



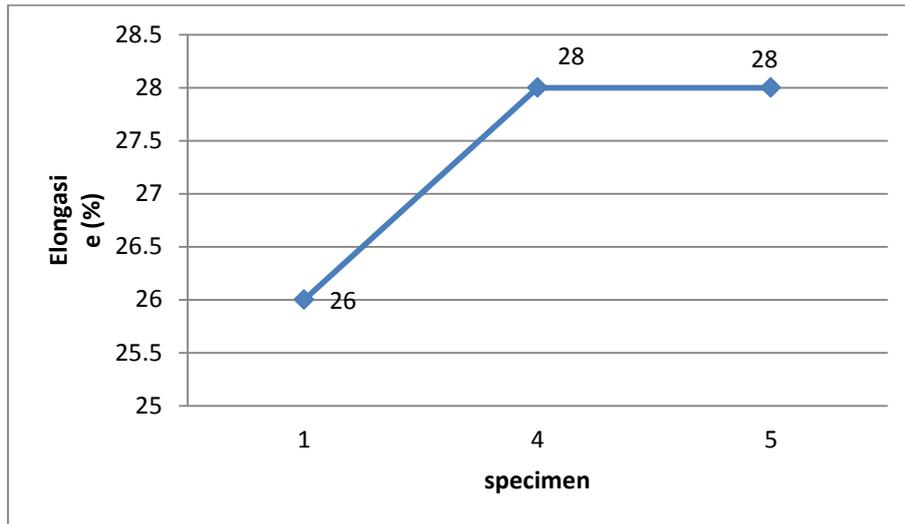
Gambar 2.8 Diagram kekuatan tarik.

Data dari hasil pengujian menunjukkan nilai kekuatan tarik spesimen 1 (non heat treatment) dengan spesimen 4 (oli *temper*) mengalami peningkatan sebesar 101,61 N/mm² yaitu 0,13 % dan untuk spesimen 1 (non heat treatment) terhadap spesimen 5 (air garam *temper*) juga mengalami peningkatan sebesar 118,93 N/mm² atau 0,16 %.



Gambar 2.9 Diagram kekuatan luluh.

Data dari hasil pengujian menunjukkan kekuatan luluh spesimen 1 (non heat treatment) dengan spesimen 4 (oli *temper*) mengalami peningkatan sebesar 339,39 N/mm² yaitu 0,81 % dan untuk spesimen 1 (non heat treatment) terhadap spesimen 5 (air garam *temper*) juga mengalami peningkatan sebesar 340,47 N/mm² atau 0,81 %.

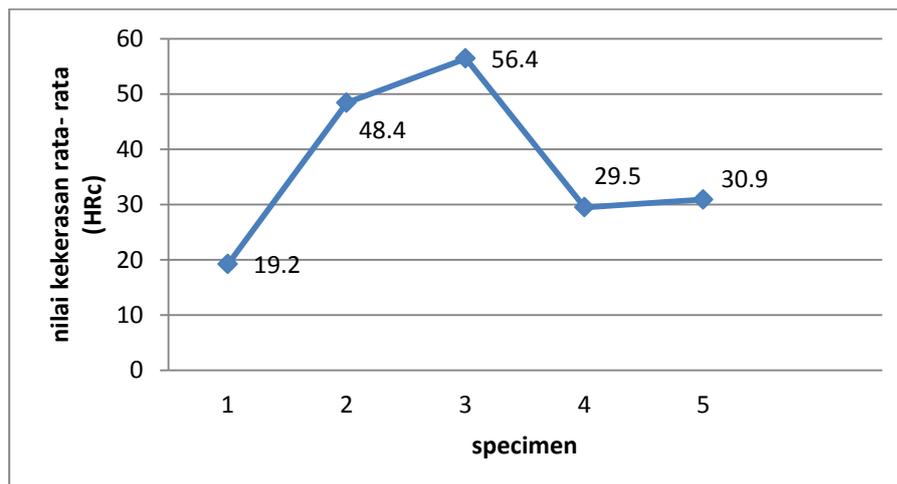


Gambar 2.10 Diagram regangan

Data dari hasil pengujian menunjukkan nilai regangan pada specimen 1 (non heat treatment) terhadap specimen 4 (oli temper) dan specimen 5 (air garam temper) sama- sama mengalami peningkatan sebesar 2 %.

2.2.2 PEMBAHASAN UJI KEKERASAN

Dari tabel 2.4 hasil pengujian kekerasan selanjutnya dimasukkan ke dalam grafik seperti dibawah ini:



Gambar 2.11 Diagram kekerasan.

Data dari hasil pengujian kekerasan menunjukkan nilai kekerasan rata- rata untuk specimen 1 (non heat treatment) dengan specimen 2 (*quenching* oli) mengalami peningkatan sebesar 29,2 HRc. Untuk specimen 1 (non heat treatment) terhadap specimen 3 (*quenching* air garam) juga mengalami peningkatan nilai kekerasan yaitu 37,2 HRc. Untuk specimen 2 (*quenching* oli) terhadap specimen 4 (oli temper) mengalami penurunan 18,9 HRc. Sedangkan untuk specimen 3 (*quenching* air garam) terhadap 5 (air garam temper) juga mengalami penurunan sebesar 25,5 HRc.

2.2.3 PEMBAHASAN PENGAMATAN STRUKTUR MIKRO

Pada foto struktur mikro baja karbon *medium* denganspecimen 1 seperti dilihat pada gambar 2.3 terlihat bahwa struktur yang terbentuk adalah, *pearlite* (berwarna gelap atau hitam) dan *ferrite* (berwarna terang).

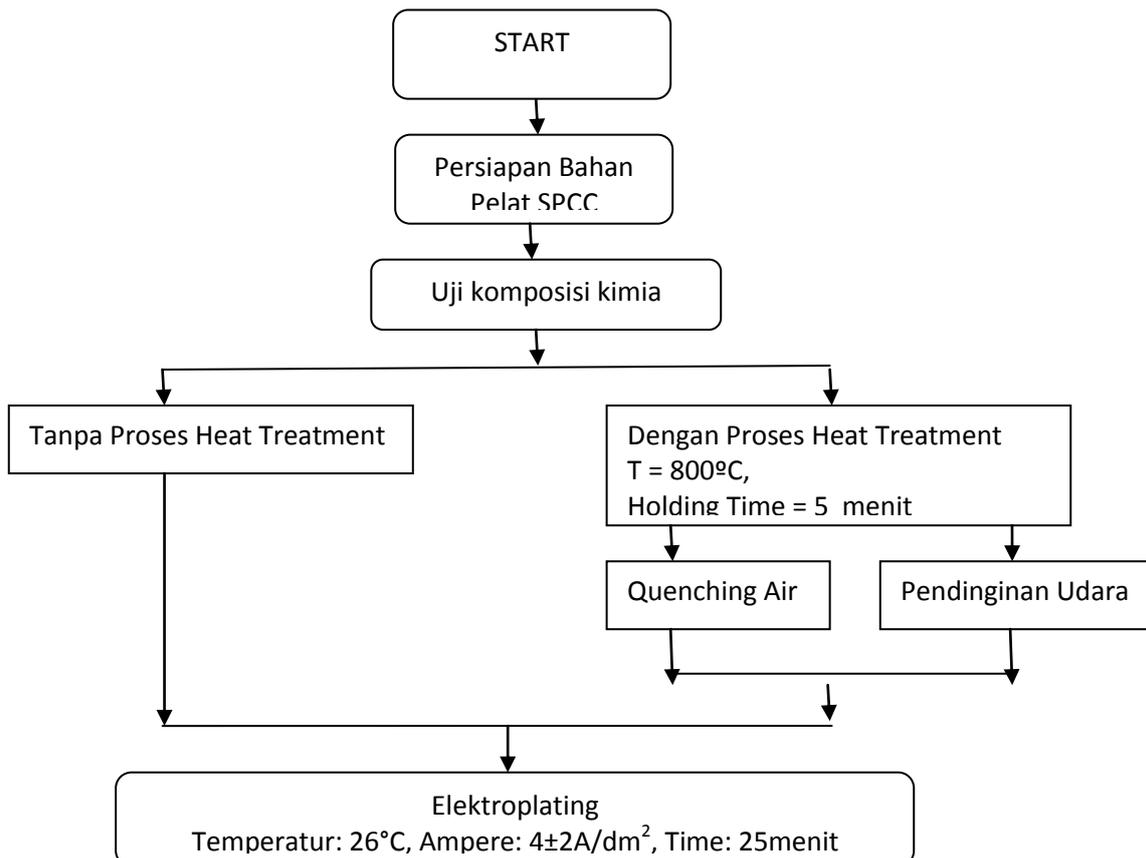
Pada foto struktur mikro baja karbon *medium* denganspecimen 2 seperti dilihat pada gambar 2.4 bahwa struktur yang terbentuk adalah *martensite* (bentuk jrum) dan sedikit *bainit* (putih)

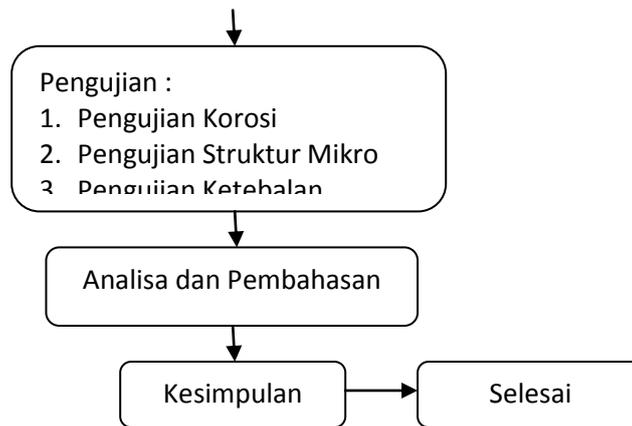
Pada foto struktur mikro baja karbon *medium* denganspecimen 3 seperti dilihat pada gambar 2.5 bahwa struktur yang terbentuk adalah *martensite* (bentuk jrum) lebih dominan di dibandingkan dengan *bainit* (putih) sehingga menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi di dibandingkan dengan specimen lain.

Pada foto struktur mikro baja karbon *medium* denganspecimen 4 seperti dilihat pada gambar 2.6 terlihat bahwa struktur yang terbentuk adalah fasa ferrit dan fasa sementite tampak lebih besar di dibandingkan dengan sampel 5, Sehingga nilai kekerasannya menurun dan pada uji tariknya menghasilkan patahan ulet di dibandingkan dengan specimen heat treatmen (*hardening*).

Pada foto struktur mikro baja karbon *medium* denganspecimen 5 seperti dilihat pada gambar 2.7 terlihat bahwa struktur yang terbentuk adalah fasa ferrit dan fasa sementite tampak lebih halus di dibandingkan dengan sampel 5, Sehingga nilai kekerasannya meningkat di dibandingkan sampel 4 dan pada uji tariknya menghasilkan patahan ulet di dibandingkan dengan specimen heat treatmen (*hardening*).

3.SKEMA NUMERIK





4.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan , maka dapat ditarik beberapa kesimpulan:

- Pengaruh *quenching* terhadap sifat mekanis dan struktur mikro yaitu peningkatan nilai kekerasan, kekuatan tarik dan perbedaan struktur mikro dibandingkan dengan spesimen non heat treatment dan spesimen hasil *temper*.
- Pengaruh *quenching* oliterbentuknya stuktur *martensite* dan *bainite* sehingga spesimen menjadi keras. Sedangkan untuk *quenching* air garam, memiliki sifat mendinginkannya yang teratur dan lebih cepat. Spesimen yang di dinginkan pada cairan garam akan membentuk struktur Kristal *martensit* yang lebih dominan dari *bainite* di bandingkan *quenching* oli, sehingga spesimen menjadi lebih keras sekitar 8 HRc di bandingkan *quenching* oli.
- Spesimen hasil *Quenching* oli memiliki kekerasan sebesar 48,4 HRc dan untuk sampel hasil *Quenching* air garam memiliki kekerasannya sebesar 56,4 HRc. Sedangkan struktur mikro keduanya sama yaitu *martensite* dan *bainite*.
- Pengaruh *temper* 600° terhadap sifat mekanis dan struktur mikro penurunan nilai kekerasan, kekuatan tarik, regangan dan kekuatan serta struktur mikro menghasilkan struktur fasa ferrit dan fasa sementitesaja jika dibandingkan dengan spesimen hasil *hardening*.
- Spesimen hasil *temper* ini sesuai pada komponen roda gigi, poros batang penggerak dan sebagainya. Dengan melihat sifat- sifat mekanis hasil karakterisasi di atas.

4.2. SARAN

Agar penelitian yang selanjutnya bisa mendapatkan hasil yang lebih baik, penulis memberikan masukan saran sebagai berikut:

- Tujuan perlakuan panas (*heat treatment*) akan dapat dicapai sesuai karakteristik bahan dan jenis-jenis perlakuan. Jenis pelakuan sangat dipengaruhi oleh suhu panas yang ditentukan dari kadar karbon dan unsur lainnya.
- Dimensi spesimen disesuaikan dengan kemampuan alat uji. Pemanasan spesimen dalam dapur harus waktu penahanannya, saat mendinginkan dalam bak Oli dicelupkan tegak lurus dan dibiarkan menggantung dalam media.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah variasi suhu dan waktu tahan dalam proses perlakuan panas sehingga dapat diperoleh hasil yang optimal untuk meningkatkan sifat mekanis dan struktur mikro pada baja.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan variasi pengujian yaitu dengan pengujian impact (ketangguhan).

- e. Perlu adanya penelitian lanjut yang variabel kontrolnya lebih lengkap dengan melihat tegangan dalamnya (*internal stress*).

REFERENSI

1. Frederick J. Bueche seri Buku Schaum fisika, 1989, Jakarta, penerbit Erlangga 6.
2. Hartomo J. A. Kaneko Tomijiro, 1992 “*Mengenal Pelapisan Logam(Elektroplating)*”. Yogyakarta.
3. <http://www.elektroplating.co.id>
4. <http://www.link engine hanger.co.id>
5. <http://www.korosi.co.id>
6. <http://www.alat ukur ketebalan.co.id>
7. H. H. Uhlig, 1971, *Corrosion and Corrosion Control*, 2nded, Wiley, New York.
8. Japanese Standard association, “*JIS HANDBOOK*”, *Ferrous Materials and Metallurgy*, Japan, 1988.
9. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Dokumentasi, 2012. Tangerang