

**PENGARUH *TEMPERING* DENGAN VARIASI *QUENCHING* OLI SAE 10,
SAE 40 DAN SAE 90 TERHADAP KEKERASAN PERMUKAAN
SPROCKET IMITASI SEPEDA MOTOR**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan program Strata Satu
pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh

ADE FIRMAN GUNAWAN

2007 / 87790

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN OTOMOTIF

**JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2011**

ABSTRAK

Ade Firman Gunawan (2011): Pengaruh *Tempering* Dengan Variasi *Quenching* Oli SAE 10, SAE 40 dan SAE 90 Terhadap Kekerasan Permukaan Sproket Imitasi Sepeda Motor

Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan ditemukan bahwa salah satu kelemahan sproket imitasi adalah ketahanan aus dan ketahanan patah yang lebih rendah jika dibandingkan dengan sproket asli. Salah satu cara untuk dapat meningkatkan kualitas sproket imitasi adalah dengan memberikan perlakuan panas berupa *tempering* dan *quenching*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *tempering* dengan variasi *quenching* media oli SAE 10, SAE 40 dan SAE 90 terhadap kekerasan permukaan sproket imitasi sepeda motor.

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental model *true eksperimental design* bentuk *posttest only control design*, sproket imitasi yang digunakan adalah sproket merek Tren sebanyak 9 buah yang terbagi dalam tiga kelompok variasi SAE 10, SAE 40 dan SAE 90. Proses *tempering* dipilih karena selain sifat keras sproket meningkat akibat *hardening* yang telah dilakukan produsen, ketangguhan sproket juga meningkat sehingga sproket tidak mudah aus dan patah akibat kekerasannya yang meningkat. Temperatur *tempering* dalam penelitian ini adalah sebesar 350°C yang dilanjutkan dengan proses *quenching* dengan menggunakan media Oli. Pengujian kekerasan permukaan sproket dilakukan dengan alat *Universal Hardness Tester* di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Hasil pengujian kekerasan sproket imitasi setelah dilakukan proses *tempering* dengan *quenching* oli SAE 10 menunjukkan terjadinya penurunan kekerasan permukaan sebesar 7.4 % (signifikan), proses *tempering* dengan *quenching* oli SAE 40 kekerasan rata-rata sproket mengalami penurunan sebesar 5.24% (signifikan) dan proses *tempering* dengan *quenching* oli SAE 90 kekerasan rata-rata sproket mengalami penurunan sebesar 2.58% (signifikan). Berdasarkan data di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara sproket imitasi sebelum dan setelah diberikan perlakuan panas berupa *tempering* dengan variasi *quenching* oli SAE 10, SAE 40 dan SAE 90 terhadap kekerasan permukaan sproket imitasi sepeda motor.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan hasil penelitian dengan judul “ Pengaruh *Tempering* dengan Variasi *Quenching* Oli SAE 10, SAE40 dan SAE 90” ini dapat disusun sebagaimana mestinya. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan tingkat sarjana Strata 1 (S1) pada program studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam melaksanakan penelitian dan penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada :

1. Bapak dan Ibu Pimpinan FT UNP, Bapak dan Ibu dosen serta segenap karyawan FT UNP yang telah membantu penulis berada dibangku perkuliahan.
2. Bapak Drs. Hasan Maksum, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
3. Bapak Drs. Martias, M.Pd selaku Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif FT UNP sekaligus Pembimbing Akademik yang telah memberikan masukan dan nasehat selama penulis menjalani pendidikan di Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
4. Bapak Drs. Daswarman, M.Pd selaku dosen pembimbing I atas kesabaran dalam memberikan masukan, arahan serta motivasi kepada penulis sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan terselesaikan sebagaimana mestinya.

5. Bapak Drs. Syahrul, M.Si selaku dosen pembimbing II atas kesabaran dan membimbing dan memberikan masukan serta motivasi sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan terselesaikan sebagaimana mestinya.
6. Bapak Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc. atas semua saran dan masukan untuk perbaikan hasil penelitian ini.
7. Kepada Ayah, Bunda dan seluruh keluarga tercinta atas semua doa, motivasi dan dukungan yang tidak pernah henti kepada penulis semenjak kecil hingga saat ini.
8. Kepada Yori, Amak, Mario, Roy, Redho, Wendra, Thereo, Lisa, Redha, Rahmat, Anto Mandan, segenap Mahasiswa FT 2007, dan seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan memotivasi penulis dalam menjalani perkuliahan, dan memiliki arti tersendiri dalam hidup penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan ketidaksempurnaan karena semua keterbatasan yang penulis miliki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan.

Padang, Agustus 2011

Penulis .

DAFTAR ISI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	6
G. Asumsi Penelitian	7

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Landasan Teori.....	8
1. Tempering	8
2. Quenching	10
3. Pelumas	11
4. Pengujian Kekerasan.....	13

5. Sprocket	20
B. Kerangka Konseptual	23
C. Hipotesis Penelitian.....	25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Desain Penelitian.....	26
B. Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	27
C. Objek Penelitian	28
D. Instrumen Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data.....	28
E. Teknik Analisa Data.....	31
F. Waktu dan Tempat Penelitian	32
G. Keterbatasan Penelitian.....	33

BAB IV HASIL PENELITIAN

A. Deskripsi Data.....	34
B. Analisis Data.....	35
C. Pembahasan.....	43

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	48
B. Saran.....	49

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Hasil Tanya Jawab Dengan Responden.....	2
2. Komposisi Kimia Sproket Asli dan Imitasi	3
3. Instrumen Pengumpulan Data Kekerasan Brinell Pada Specimen Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas	30
4. Data hasil pengukuran kekerasan brinell pada Specimen sebelum dan sesudah perlakuan panas	34
5. Data hasil pengukuran kekerasan brinell pada Sproket sebelum dan sesudah <i>tempering</i> dengan <i>quenching</i> oli SAE 10.....	35
6. Analisa data hasil pengukuran kekerasan brinell pada sproket sebelum dan sesudah <i>tempering</i> dengan <i>quenching</i> oli SAE 10.....	35
7. Data hasil pengukuran kekerasan brinell pada sproket sebelum dan sesudah <i>tempering</i> dengan <i>quenching</i> oli SAE 40.....	37
8. Analisa Data hasil pengukuran kekerasan brinell pada sproket sebelum dan sesudah <i>tempering</i> dengan <i>quenching</i> oli SAE 40.....	37
9. Data hasil pengukuran kekerasan brinell pada sproket sebelum dan sesudah <i>tempering</i> dengan <i>quenching</i> oli SAE 90.....	39
10. Analisa Data hasil pengukuran kekerasan brinell pada sproket sebelum dan sesudah <i>tempering</i> dengan <i>quenching</i> oli SAE 90.....	39
11. Analisa Data hasil pengukuran kekerasan brinell pada sproket sebelum dan sesudah <i>tempering</i> dengan <i>quenching</i> oli SAE 10,SAE 40 dan SAE 90	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Grafik hubungan temperatur, waktu, dan transformasi baja akibat perlakuan panas.....	4
2. Prinsip kerja pengujian kekerasan cara Brinell.....	15
3. Mesin Uji Kekerasan.....	16
4. Bekas Penekanan Pengujian Vickers	17
5. Prinsip Pengujian Rockwell	18
6. Ilustrasi Cara Kerja Shore	19
7. Sprocket Depan Sepeda Motor.....	20
8. Grafik hubungan mikrostruktur dan sifat mekanik baja carbon.....	21
9. Kerangka Konseptual	24
10. Grafik nilai rata-rata kekerasan permukaan sproket imitasi	43
11. Grafik nilai rata-rata kekerasan permukaan sproket imitasi	44
12. Grafik nilai rata-rata kekerasan permukaan sproket imitasi	45
13. Grafik nilai rata-rata kekerasan permukaan sproket imitasi	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan Sproket
2. Tabel t
3. Surat Pengantar Izin Penelitian dari Fakultas Teknik UNP
4. Dokumentasi Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Sproket atau roda gigi pada sepeda motor merupakan salah satu komponen yang terbuat dari baja. Pemilihan baja sebagai material untuk roda gigi disebabkan karena baja memiliki sifat yang keras dan ketahanan aus yang baik serta keuletan yang tinggi jika dibandingkan dengan material logam lainnya. (<http://mesinunimus.files.wordpress.com>). Pembebanan yang dialami sproket dalam proses kerjanya dapat berupa gaya gesek dengan rantai, tegangan dan regangan, gaya puntir dengan tahanan roda, maupun kombinasi saat kendaraan bergerak.

Sproket yang umum digunakan di masyarakat terdiri dari berbagai macam merek dan produk mulai dari sproket asli dengan harga relatif mahal hingga produk-produk imitasi dengan harga yang lebih murah. Kenaikan harga kebutuhan primer, membawa dampak terhadap masyarakat ekonomi menengah kebawah yang mengandalkan sepeda motor sebagai sumber mata pencarian. Fenomena tersebut membuat sebagian masyarakat lebih cenderung memilih menggunakan sproket imitasi dari pada sproket orisinal, meskipun dari segi kualitas terdapat perbedaan yang sangat signifikan.

Sesuai dengan hasil survey yang peneliti lakukan, ditemukan bahwa 23 dari 55 orang responden menggunakan sproket imitasi dengan alasan yang beragam. Hal tersebut menggambarkan bahwa sproket imitasi telah menjadi salah satu alternatif yang cukup banyak digunakan oleh pengguna kendaraan sepeda motor. Berdasarkan tanya jawab dengan beberapa responden yang menggunakan sproket imitasi sepeda motor, didapatkan data sebagaimana berikut :

Tabel 1. Data hasil tanya jawab dengan responden

No	Nama Responden	Pekerjaan	Lama Pemakaian Sproket (bulan kalender)		Rata – rata Jarak Tempuh Kendaraan (Km / hari)
			Imitasi	Orisinil	
1	2	3	4	5	6
1	Afrizal Zahra Putra	PNS	9	39	25
2	Davit Purnama Putra	Pedagang	12	30	20
3	Dodi Chaniago	Pedagang	8	26	60
4	Rifky Aska Putra	Mahasiswa	12	43	8
5	Rangin Rico Sibarani	Mahasiswa	14	35	10
6	Sayful	Mahasiswa	12	36	20
7	Muhammad Irfan	Pelajar	14	36	13
8	Fachrul Rozi Yaner	Pelajar	9	34	10
Rata –rata			11.25	34.87	20.75

Berdasarkan Tabel hasil tanya jawab di atas juga diperoleh pula informasi bahwa salah satu kelemahan sproket imitasi adalah ketahanan aus dan ketahanan

patah yang lebih rendah dibandingkan dengan sproket asli. Adapun kemungkinan yang membuat kualitas sproket imitasi lebih rendah dibandingkan kekerasan sproket orisinil adalah komposisi kimia, proses pembuatan, dan sifat serta kemampuan bahan yang kurang bagus. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 2. komposisi kimia sproket asli dan sproket imitasi

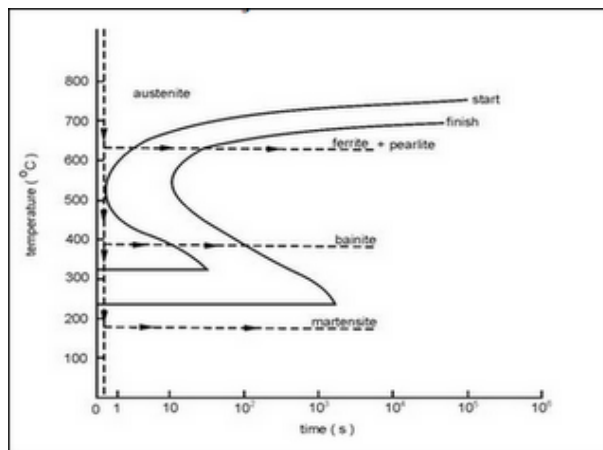
Unsur	Sproket Asli %	Sproket Imitasi %
Fe	97.28	98.22
S	0.010	0.009
Al	0.003	0.006
C	0.751	0.796
Ni	0.024	0.014
Nb	0.01	0.01
Si	0.178	0.200
Cr	0.819	0.021
V	< 0.00	< 0.00
Mn	0.621	0.689
Mo	0.203	< 0.004

Sumber: (Anshari, 2010 : 4)

Berdasarkan data di atas dapat diketahui bahwa kandungan karbon (C) sebagai salah satu unsur penentu tingkat kekerasan material pada sproket imitasi jauh lebih tinggi daripada sproket asli, namun dalam penggunaannya ketahanan aus sproket imitasi lebih rendah dibandingkan dengan sproket asli. Dari hal ini dapat kita simpulkan bahwa tingkat keausan dan ketahanan sproket tidak hanya tergantung pada tingkat kekerasan sproket tersebut. Sproket juga harus memiliki keuletan yang bagus karena sesuai dengan pembebanan kerjanya sproket harus

mempunyai ketahanan terhadap puntiran, regangan, gesekan maupun pembebanan kombinasi pada saat kendaraan bergerak yang dapat menimbulkan kerusakan.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk dapat meningkatkan ketahanan sproket ini adalah dengan perlakuan panas. Hal ini memegang peranan penting dalam upaya meningkatkan kualitas baja sesuai kebutuhan. Proses ini meliputi pemanasan baja pada suhu tertentu, dipertahankan pada waktu tertentu dan kemudian didinginkan dengan media tertentu. Hubungan antara temperatur, waktu tahan, dengan transformasi struktur baja karbon akibat perlakuan panas yang diberikan terlihat sebagaimana grafik berikut :



Gambar 1. Grafik hubungan temperatur, waktu, dan transformasi baja akibat perlakuan panas.

Salah satu proses perlakuan panas pada baja adalah *tempering*, yaitu proses pemanasan baja kembali setelah dikeraskan yang disusul dengan proses pendinginan yang cepat atau *quenching*. Proses *tempering* dipilih dengan maksud

agar disamping sifat keras meningkat akibat hardening yang telah dilakukan produsen sproket, ketangguhan sproket juga meningkat sehingga dalam penggunaannya sproket tidak mudah aus dan tidak mudah patah akibat kekerasannya yang meningkat. Pengkajian lebih lanjut dampak dari proses perlakuan panas *tempering-quenching* dapat dilakukan melalui beberapa uji bahan. Proses pengujian bahan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian kekerasan permukaan dengan alat ukur kekerasan Brinell.

Pelumas merupakan salah satu media pendingin yang sering digunakan dalam perlakuan panas. Penggunaan pelumas sebagai media pendingin akan menyebabkan timbulnya selaput karbon pada spesimen tergantung pada besarnya viskositas pelumas. Atas dasar tujuan untuk memperbaiki sifat baja tersebut, maka peneliti memilih perlakuan *tempering* dengan variasi *quenching* oli SAE 10, SAE 40 dan SAE 90.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi masalah yang timbul sebagai berikut:

1. Kualitas sprocket imitasi lebih rendah dibandingkan dengan sprocket asli, namun masyarakat cenderung menggunakan sproket imitasi dengan harga yang murah daripada sprocket asli dengan harga yang lebih mahal.
2. Sproket imitasi mengandung karbon (C) yang lebih tinggi, namun dalam penggunaannya sproket imitasi lebih mudah aus dibandingkan sproket asli.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan keterbatasan peneliti, maka penulis membatasi penelitian ini pada masalah rendahnya kualitas sproket imitasi dibandingkan dengan sproket orisinal. Dalam penelitian ini peneliti akan mencoba untuk meningkatkan kualitas sproket imitasi sepeda motor dengan memberikan perlakuan panas berupa *tempering* dengan variasi *quenching* oli SAE 10, SAE 40 dan SAE 90 terhadap sproket imitasi tersebut.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

Berapa besar pengaruh proses *tempering* dengan variasi *quenching* oli SAE 10, SAE 40 dan SAE 90 terhadap kekerasan permukaan sproket imitasi sepeda motor?

E. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk : Mengetahui berapa besar pengaruh *tempering* dengan variasi *quenching* oli SAE 10, SAE 40 dan SAE 90 terhadap kekerasan permukaan sproket imitasi sepeda motor.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Data-data penelitian dapat diambil manfaat bagi produsen sebagai masukan dan referensi untuk pengembangan produk yang lebih baik.
2. Dapat menambah pengetahuan penulis tentang pengaruh proses perlakuan panas berupa *tempering* dengan variasi *quenching* oli SAE 10, SAE 40 dan SAE 90 terhadap material.
3. Bagi penulis sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Sebagai referensi untuk bahan penelitian lebih lanjut.

G. Asumsi Penelitian

Penelitian ini dilandasi asumsi sebagai berikut :

1. Sproket imitasi terbuat dari baja karbon dengan kandungan karbon di atas 0,3%.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. *Tempering*

Baja biasanya dipanaskan kembali dibawah suhu kritis terendah setelah dilakukan pengerasan untuk memperbaiki kekuatan dan kekenyalannya. Hal itu dapat menurunkan regangan dalam dan kerapuhannya, sehingga membuat baja lebih sesuai untuk kebutuhan pembuatan peralatan. Proses pemanasan kembali ini disebut *tempering*.

Setelah proses *hardening* baja yang mempunyai kekuatan tinggi belum dapat digunakan untuk keperluan mekanis terutama roda gigi yang mengalami berbagai pembebanan dalam proses kerjanya. Baja tersebut juga harus memiliki keuletan yang sesuai untuk menghindari konsentrasi tegangan yang dapat mengakibatkan perpatahan saat mengalami pembebanan.

Kekuatan pada material merupakan parameter yang penting dalam aplikasi material industri, namun tentunya material tersebut juga harus memiliki kombinasi berbagai sifat mekanis lainnya. Melalui proses *tempering* kerapuhan bahan diturunkan, dan keuletan bahan ditingkatkan. Menurut Sriati Djapri (1999 : 45) "*tempering* adalah proses pemanasan kembali menuju suhu

tertentu yang disusul dengan pendinginan guna menyingkirkan kerapuhan dan tegangan pengejutan”.

Prosesnya adalah memanaskan kembali berkisar antara suhu 150°C – 650°C dan didinginkan secara perlahan-lahan tergantung sifat akhir baja tersebut. Menurut tujuannya proses *tempering* dibedakan sebagai berikut :

1. *Tempering* pada suhu rendah (150° – 300°C)

Tempering ini hanya untuk mengurangi tegangan-tegangan kerut dan kerapuhan dari baja, biasanya untuk alat-alat potong, mata bor, roda gigi dan sebagainya.

2. *Tempering* pada suhu menengah (300° - 450°C)

Tempering pada suhu sedang bertujuan untuk menambah keuletan dan kekerasannya sedikit berkurang. Proses ini digunakan pada alat-alat kerja yang mengalami beban berat, misalnya palu, pahat, pegas.

3. *Tempering* pada suhu tinggi (450° - 650°C)

Tempering suhu tinggi bertujuan memberikan daya keuletan yang besar dan sekaligus kekerasannya menjadi agak rendah misalnya pada poros batang penggerak dan sebagainya. Suhu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 300°C pada proses *tempering* dengan tujuan untuk mendapatkan keuletan dan kekerasan spesimen yang memadai.

2. *Quenching*

Untuk menambah kekerasan baja, dapat dilakukan dengan cara memanaskan baja kemudian didinginkan secara cepat (*quenching*). *Quenching* yang dilakukan setelah proses *tempering* diharapkan dapat meningkatkan kualitas sproket imitasi sehingga lebih tahan aus dan sesuai untuk digunakan. Menurut Tata Suardia (2000 : 48) “ Baja berkekuatan tinggi dapat diperoleh dengan mengubah fasa austenit yang mengandung karbon pada temperatur tinggi menjadi fasa martensit dengan pencelupan dingin dengan temperatur yang lebih rendah”.

Media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan baja bermacam-macam, antara lain :

1. Air

Pendinginan dengan menggunakan air akan memberikan daya pendinginan yang cepat. Biasanya ke dalam air tersebut dilarutkan garam dapur sebagai usaha mempercepat turunnya temperatur benda kerja dan mengakibatkan bahan menjadi keras.

2. Minyak Pelumas (oli)

Minyak pelumas yang digunakan sebagai fluida pendingin dalam perlakuan panas adalah yang dapat memberikan lapisan karbon pada kulit (permukaan) benda kerja yang diolah. Bahan dasar minyak dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu minyak yang berasal dari hewan

diperoleh dengan cara merebus atau memasak tulang belulang atau lemak babi, minyak pelumas dari tumbuhan dan minyak pelumas mineral diperoleh dengan cara penyulingan (destilasi) minyak bumi secara bertahap.

3. Udara

Pendinginan udara dilakukan untuk perlakuan panas yang membutuhkan pendinginan lambat. Untuk keperluan tersebut udara yang disirkulasikan ke dalam ruangan pendingin dibuat dengan kecepatan yang rendah. Udara sebagai pendingin akan memberikan kesempatan kepada logam untuk membentuk kristal – kristal dan kemungkinan mengikat unsur – unsur lain dari udara.

4. Garam

Garam dipakai sebagai bahan pendingin disebabkan memiliki sifat mendinginkan yang teratur dan cepat. Bahan yang didinginkan di dalam cairan garam yang akan mengakibatkan ikatannya menjadi lebih keras karena pada permukaan benda kerja tersebut akan meningkat zat arang.

3. Pelumas

Pelumas adalah minyak yang mempunyai sifat untuk selalu melekat dan menyebar pada permukaan-permukaan yang bergeser, sehingga membuat pengausan dan kenaikan suhu kecil sekali (<http://eprints.undip.ac.id>).

Viskositas (kekentalan) Oli, dan bahan dasar Oli membawa pengaruh dalam mendinginkan spesimen.

Ada tiga faktor yang mempengaruhi viskositas, yaitu komposisi, suhu dan tekanan. Angka viskositas biasanya ditinjau dengan SAE (*Society of Automotive Engine*) dan disertai angka. Angka menunjukkan pada kelompok mana viskositas itu termasuk. Dalam perdagangan ada dua macam viskositas, misalnya SAE 10W dan SAE 40. SAE 10W tidak begitu peka terhadap *temperingatur*, sedangkan Oli SAE 40 peka terhadap temperatur. Indeks kekentalan diikuti huruf W yang menunjukkan kekentalan pada suhu 20°C, sedangkan kekentalan yang tidak diikuti huruf W menyatakan kekentalan pada suhu 100°C.

Penggunaan pelumas sebagai media pendingin dalam proses perlakuan panas diharapkan akan menyebabkan timbulnya lapisan karbon pada bagian permukaan spesimen yang akan mempengaruhi sifat mekanis spesimen. Tingkat lapisan ini tergantung pada tebal lapisan pelumas. Angka SAE oli menunjukkan tingkat kekentalan dan kerapatan oli tersebut yang akan sangat mempengaruhi laju pendinginan, semakin tinggi angka kekentalan dan kerapatan oli, akan semakin menyulitkan penguapan panas sehingga pendinginan akan semakin lambat. (www.digilib.uns.ac.id).

Disamping lapisan selaput karbon yang diharapkan pada pendinginan media pelumas, laju pendinginan juga akan berpengaruh pada sifat mekanis

material. Semakin cepat laju pendinginan akan meningkatkan keuletan dan menurunkan kekerasan material itu sendiri. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan kekentalan oli sebagai media pendingin terhadap material, maka peneliti bermaksud untuk melakukan proses *tempering* dengan variasi *quenching* oli SAE 10, SAE 40 dan SAE 90 dan melihat pengaruhnya terhadap kekerasan permukaan material.

4. Pengujian Kekerasan

a. Kekerasan

Kekerasan (*Hardness*) adalah salah satu sifat mekanik dari suatu material. Kekerasan merupakan suatu tahanan dari bahan terhadap perubahan bentuk yang tetap (<http://journal.uui.ac.id>). Kekerasan juga didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban identasi atau penetrasi (penekanan). Kekerasan suatu bahan memiliki hubungan dengan kekuatan. Sriati Djapri (1992 : 11) menyatakan bahwa “kekerasan (*hardness*) didefinisikan sebagai ketahanan bahan terhadap penetrasi pada permukaannya. Dapat diperkirakan bahwa terdapat hubungan antara kekerasan dan kekuatan bahan”. Dengan diketahui nilai kekerasan suatu bahan, maka diperoleh suatu gambaran tentang kekuatan bahan tersebut (Zulkifli. 2006).

b. Cara-cara Menentukan Kekerasan

Pada dasarnya ada tiga cara untuk menentukan kekerasan bahan yaitu dengan cara goresan, penekanan, dan cara dinamik. Penentuan kekerasan dengan goresan dapat dilakukan dengan cara menggoreskan bahan lain yang lebih keras.

Penentuan kekerasan dengan cara dinamik dengan cara menjatuhkan bola baja pada permukaan logam yang akan diperiksa. Tinggi pantulan pertama bola menyatakan energi benturan sebagai ukuran kekerasan logam tersebut, cara ini disebut dengan “*Shore Scleroscope*”.

Pengujian yang banyak dipakai adalah dengan cara menekan penekan tertentu kepada benda uji dan mengukur bekas hasil penekanan yang terbentuk di atasnya (Tata, 2000 : 31). Penentuan kekerasan dengan cara penekanan adalah cara yang terkenal. Cara penekanan umumnya dilakukan untuk menentukan kekerasan bahan logam yang diuraikan secara lanjut ke dalam cara Brinell, Vicker, dan Rockwel.

a) Cara Brinell

1) Dasar Penentuan Kekerasan

Dalam Depdikbud (1979:92) untuk penentuan kekerasan cara brinell dilakukan dengan jalan menekan bola baja pada benda uji dengan beban tertentu. Pada permukaan logam akan tinggal bekas penekanan berupa sebagian dari bidang bola. Setelah diameter

bekas penekanan diukur dengan mikroskop ukur, maka penentuan kekerasan Brinell merupakan beban dibagi besar luas bidang bola bekas penekanan seperti persamaan berikut:

$$BHN = \frac{P}{A}$$

Atau dapat ditulis :

$$BHN = \frac{P}{\frac{\pi D}{2} \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}$$

Dimana:

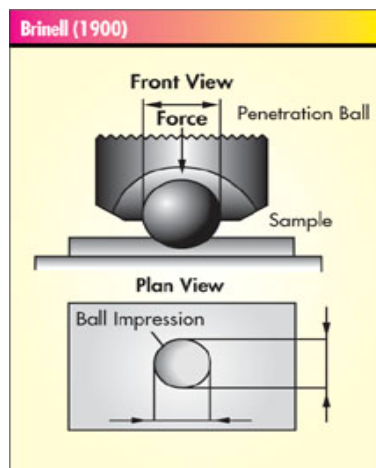
BHN : Kekerasan brinell (kg/mm^2)

P : Beban penekanan (kg)

D : Diameter bola baja (mm)

d : Diameter bekas penekanan (mm)

π : 3,14



Gambar 2. Prinsip kerja Pengujian Kekerasan Cara Brinell
Sumber : (<http://materialpedia.com>)

2) Peralatan

Peralatan yang diperlukan antara lain:

a. Mesin uji kekerasan

Mesin yang digunakan untuk uji kekerasan dengan singkat disebut dengan mesin uji kekerasan. Mesin ini ada yang dijalankan dengan tangan dan ada yang dijalankan dengan motor listrik (gambar 2). Pengaturan kecepatan jalannya beban penuh dapat dilakukan dengan cara mekanik atau hidrolik.



Gambar 3. Mesin Uji Kekerasan
Sumber : (<http://materialpedia.com>)

b. Penekan (*Indentor*)

Macam penekanan yang digunakan antara lain:

- Bola baja untuk kekerasan Brinell sampai 400 kg/mm^2
- Bola baja hultrogen untuk kekerasan Brinell sampai 600 kg/mm^2

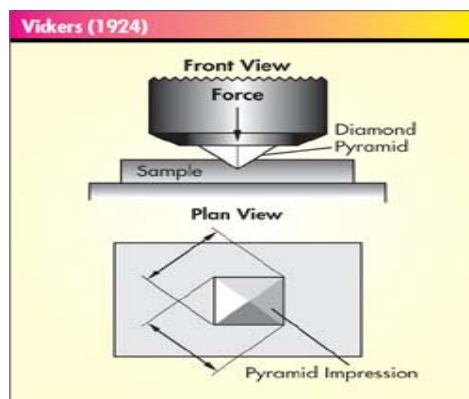
- Bola karbida wolfram untuk kekerasan Brinell sampai 725 kg/mm²

c. Mikroskop ukur

Bekas penekanan terutama pada bahan yang keras akan meninggalkan jejak tekan yang kecil, sehingga pengukuran diameter hanya dapat lebih teliti dengan menggunakan mikroskop ukur .

b) Cara Vicker

Cara Vicker, sebagai penekanan yang dipakai intan berbentuk piramid yang bidang berhadapan 136°. pada permukaan bahan yang diuji akan terjadi bekas penekanan bentuk piramid (lihat gambar 3)



Gambar 4. Bekas Penekanan Pengujian Vickers
Sumber : (<http://materialpedia.com>)

Kekerasan Vicker adalah beban dibagi luas bekas tekanan atau:

$$HV = \frac{P}{A} \longrightarrow HV = 1,854 \frac{P}{d^2}$$

(Depdikbud, 1979)

Dimana :

HV : Kekerasan vicker dalam kg/mm^2

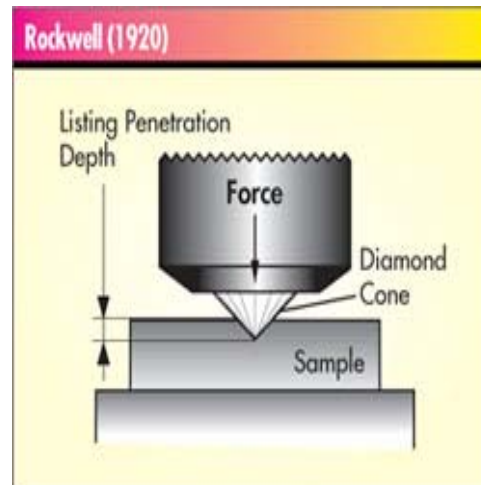
P : Beban dalam kg

A : luas bekas penekanan dalam mm^2

d : diagonal bekas penekanan dalam mm (rata-rata dari d_1 dan d_2)

c) Cara Rockwell

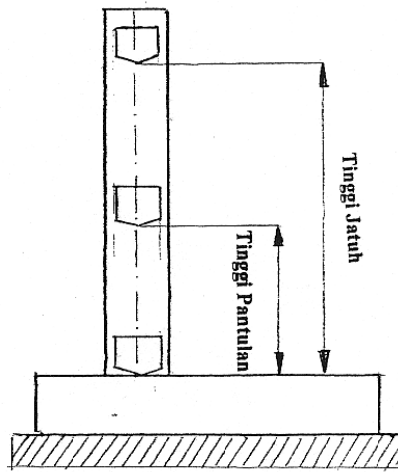
Berlainan dengan Brinell dan Vicker, penentuan kekerasan dengan cara Rockwell didasarkan kepada kedalaman masuknya penekanan pada benda yang uji. Makin keras bahan yang akan diuji, semakin dangkal masuknya penekanan, dan sebaliknya semakin lunak, semakin dalam masuk. Cara Rockwell sangat disukai karena semakin cepat diketahui kekerasan tanpa mengukur dan menghitung seperti cara Brinell dan Vicker. Nilai kekerasan dapat langsung dibaca setelah beban utama dilepaskan, dimana beban awal masih menekan bahan.



Gambar 5. Prinsiip Pengujian Rockwell
 Sumber : (<http://materialpedia.com>)

d) Cara Shore

Cara kerja sistem ini adalah menjatuhkan sebuah baja bentuk kerucut yang sudah disepuh keras dengan berat yang ditentukan. Proses penjatuhan berlangsung dalam sebuah tabung kaca dengan ketinggian 10 inchi, permukaan pada tabung itu dilengkapi pembagian skala. Permukaan dari kerucut menyinggung permukaan logam yang akan diuji. Setelah kerucut sampai ke benda uji, maka akan menimbulkan reaksi (pantulan). Tinggi pantulan itu yang menjadi petunjuk kekerasan shore. Nilai kekerasan shore dapat dibandingkan dengan kekerasan Brinell, Rockwel, Vicker dalam tabel yang telah ditetapkan. Cara kerja shore dapat diilustrasikan seperti gambar 5 di bawah ini :



Gambar 6. Ilustrasi Cara Kerja Shor
Sumber : (Depdikbud,1979)

5. Sproket

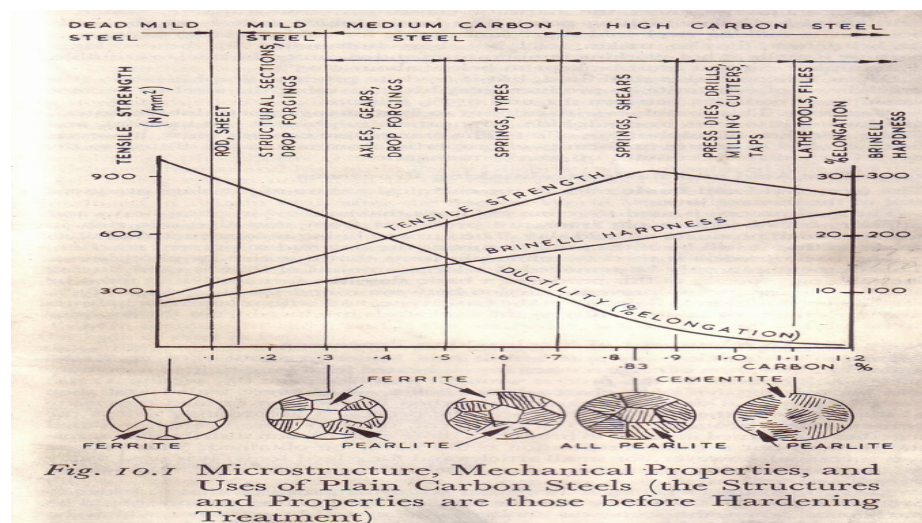
Sproket adalah sejenis roda gigi pada sepeda motor yang berfungsi sebagai penerus tenaga dari ruang bakar kemudian diteruskan ke transmisi. Melalui sproket inilah tenaga kemudian diteruskan ke roda belakang. Dari sini roda belakang dapat bergerak (berputar) dan membuat sepeda motor itu berjalan. (<http://en.wikipedia.org>)



Gambar 7. Sproket Depan Sepeda Motor

Sesuai dengan fungsinya, sproket mengalami berbagai pembebanan saat proses kerjanya, mulai dari gesekan dengan rantai penerus, maupun puntiran saat kendaraan berjalan. Oleh karena itu sproket harus dibuat keras dan tangguh. Karena sproket terbuat dari baja, maka bahan ini dapat ditingkatkan kualitasnya melalui diperlakukan panas.

Sproket atau roda gigi terbuat dari baja karbon sedang yang mengandung sedikit Si, P, S yang kandungan karbonnya sekitar 0,3-0,8%. Secara teoritis kandungan karbon ini memungkinkan baja untuk diberi perlakuan panas (Amanto dan Daryanto,1999: 33).



Gambar 8. Grafik hubungan mikrostruktur dan sifat mekanik baja carbon
Sumber : (www.elearning.gunadarma.ac.id)

Berdasarkan gambar di atas dapat disimpulkan bahwa tingkat kekerasan baja berbanding lurus dengan kandungan kadar carbon dalam baja tersebut dan berbanding terbalik dengan nilai keuletan dan keliatannya. Dalam proses

kerjanya, sproket mengalami berbagai pembebanan, seperti gesekan dan puntiran yang dapat menimbulkan kerusakan pada sprocket. Oleh sebab itu, selain kekerasan permukaan sproket, tingkat keliatan sproket harus memadai guna mencegah terjadinya keausan dan perpatahan akibat konsentrasi tegangan saat sproket mengalami pembebanan.

Jika diperhatikan peredaran sproket di pasaran semakin meningkat. Sproket yang asli biasanya dijual di toko- toko resmi sepeda motor, sedang sproket imitasi (tiruan) dijual di toko-toko yang bukan resmi sepeda motor. Jika diperhatikan perbedaan antara sproket asli dan imitasi secara fisik dan kasat mata dapat diperhatikan sebagai berikut:

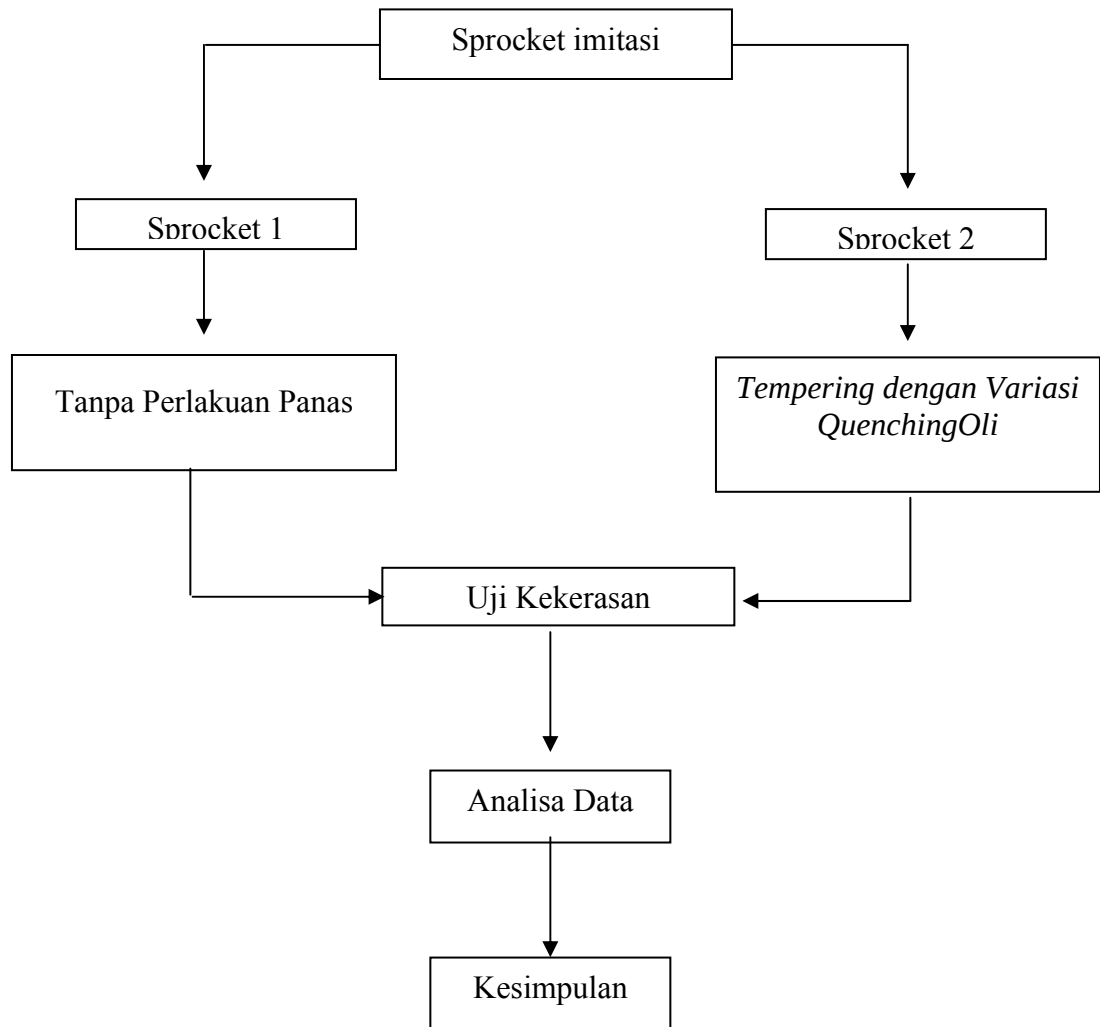
1. Sproket yang orisinil
 - a. Sproket orisinil lebih berat
 - b. Pada permukaan sprocket orisinil terdapat kode atau tulisan Yamaha.
 - c. Pada permukaan sproket yang asli tidak terdapat goresan pisau bubut, karena sproket asli dibuat dengan cara pengecoran.
 - d. Kemiringan gigi pada sproket yang asli lebih teratur
2. Sproket yang imitasi
 - a. Lebih ringan dibandingkan dengan yang asli
 - b. Pada permukaan sproket tidak terdapat tulisan yang menerangkan bahwasanya sproket ini dibuat oleh produsen sepeda motor.
 - c. Sproket imitasi terdapat goresan pisau bubut dan dapat dikatakan baja karbon sedang dengan kandungan karbon antara 0,3 – 0,8%.

- d. Sudut kemiringan roda gigi tidak presisi.

B. Kerangka Konseptual

Berdasarkan pengamatan dan wawancara yang dilakukan dengan beberapa responden yang pernah menggunakan sproket imitasi sepeda motor, diketahui bahwa salah satu kelemahan sproket imitasi adalah kualitasnya yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan sproket asli. Atas dasar tersebut, peneliti tertarik untuk mencoba meningkatkan kualitas sproket imitasi dengan memberikan perlakuan panas berupa proses *tempering* dengan variasi *quenching* oli SAE10, SAE 40 dan SAE 90 terhadap sproket imitasi tersebut.

Sproket imitasi yang telah diberikan perlakuan panas kemudian di uji kekerasannya dengan alat uji kekerasan material *universal hardness tester*. Untuk mengukur besar perubahan sifat yang terjadi akibat perlakuan yang diberikan, hasil pengujian tersebut dibandingkan dengan hasil pengujian kekerasan terhadap sproket imitasi yang tidak diberikan perlakuan panas. Secara jelas, kerangka konseptual penelitian ini terlihat dalam gambar pada halaman berikut.



Gambar 9. Kerangka konseptual

C. Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Ho : Tidak ada pengaruh proses *tempering* dengan variasi *quenching* oli

SAE 10, SAE 40 dan SAE 90 terhadap kekerasan sproket depan sepeda motor.

Ha : Ada pengaruh proses *tempering* dengan variasi *quenching* oli SAE 10,

SAE 40 dan SAE 90 terhadap kekerasan sproket depan sepeda motor.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hipotesis yang menyatakan tidak ada pengaruh proses *tempering* dengan variasi *quenching* oli SAE 10, SAE 40 dan SAE 90 terhadap kekerasan sproket imitasi sepeda motor (H_0) ditolak, dan hipotesis yang menyatakan adanya pengaruh proses *tempering* dengan *quenching* oli SAE 10, SAE 40 dan SAE 90 terhadap kekerasan sproket imitasi sepeda motor (H_a) diterima.
2. Berdasarkan analisa data yang telah dilakukan, diketahui pada proses *tempering* dengan *quenching* oli SAE 10 kekerasan rata-rata sproket mengalami penurunan sebesar 7.4 % (signifikan), proses *tempering* dengan *quenching* oli SAE 40 kekerasan rata-rata sproket mengalami penurunan sebesar 5.24% (signifikan) dan proses *tempering* dengan *quenching* oli SAE 90 kekerasan rata-rata sproket mengalami penurunan sebesar 2.58% (signifikan).
3. Perbedaan nilai penurunan kekerasan permukaan pada tiap-tiap kelompok sproket diduga dikarenakan perbedaan kekentalan oli sebagai media pendingin pada masing-masing kelompok. Kekentalan oli sebagai media pendingin sangat mempengaruhi kecepatan proses pendinginan. Semakin

kental oli yang digunakan sebagai media pendingin maka akan semakin sulit perambatan panas material yang terjadi sehingga proses pendinginan menjadi lebih lambat. Hal tersebut lebih lanjut dapat mempengaruhi perubahan nilai kekerasan permukaan material setelah dilakukan proses *tempering*.

4. Pada penelitian ini peningkatan kualitas sproket imitasi dicapai dengan meningkatkan keuletan dan menurunkan kekerasan sproket guna mencegah terjadinya konsentrasi pembebanan dan tegangan pada sproket yang dapat meningkatkan keausan dan perpatahan pada sproket saat digunakan pada kendaraan bermotor.

B. Saran

1. Agar diadakan penelitian lanjutan tentang perlakuan panas lebih dalam lagi, karena pada penelitian ini yang dibahas hanya proses *tempering* saja sementara masih banyak proses perlakuan panas lainnya.
2. Jurusan Teknik Otomotif sangat erat hubungan dengan material, baik bahan logam maupun non logam, dianjurkan untuk mahasiswa Teknik Otomotif untuk melakukan penelitian yang berhubungan dengan Ilmu Bahan
3. Sesuai dengan kebutuhannya sproket harus kuat dan ulet maka dari itu dianjurkan pada produsen sproket sepeda motor agar lebih meningkatkan kualitas produk kearah yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Anshari (2010) *Pengaruh Pack Carburizing Arang Batok Kelapa Dengan Barium Carbonat Terhadap Kekerasan Permukaan Sprocket Imitasi Sepeda Motor*. Fakultas Teknik UNP.

Baja Karbon. <http://materialpedia.com>. Diakses tanggal 17 Maret 2011.

Struktur Baja Karbon. <http://elearning.gunadarma.ac.id>. Diakses tanggal 02 Maret 2011.

Daryanto dan Armanto (1999). *Ilmu Bahan*. PT. Bumi Aksara Jakarta

Djasiman (2005). *Lembaran Kegiatan Pratikum*. Laboratorium Ilmu Teknologi Bahan FT UNP .

DEPDIKBUD (1979). *Petunjuk Prakrek Pengukuran dan Pemeriksaan Bahan*.

Jenis-jenis roda gigi. (<http://mesinunimus.files.wordpress.com>). Diakses tanggal 09 Februari 2011.

Kemampuan Pendinginan Media Pendingin. (www.digilib.uns.ac.id). Diakses tanggal 17 Maret 2011.

Lipson, Charles (1973). *Statistical Design and Analysis of Engineering Experiments*. Tokyo : Tosho Printing Co., Ltd.

Pengaruh Media Quenching. (**Error! Hyperlink reference not valid.** tanggal 17 Maret 2011.

Prasetya Irawan (1999) *Logika dan Prosedur Penelitian* . Jakarta : Depdikbud.

Roda Gigi. <http://en.wikipedia.org>. Diakses tanggal 02 Maret 2011.

Sriati Djapre, (1992). *Ilmu Teknologi Bahan (logam dan non logam)*. Erlangga Jakarta.

———, (1999). *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Erlangga Bandung.