

PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP NILAI KEKERASAN PADUAN GEAR SPROCKET AISI 1020 DENGAN TIMAH MELALUI HEAT TREATMENT

Muh Anhar¹⁾, Betti Ses Eka Polonia²⁾

^{1,2)} Politeknik Negeri Ketapang

¹⁾anhar_dol@yahoo.com, ²⁾bettipolonia@politap.ac.id

ABSTRACT

Study the effect of cooling media variations on the hardness value of AISI 1020 gear sprocket alloys and tin with heat treatment. This research is to find out the combination of AISI 1020 gear sprocket with tin, with a heat treatment process carried out with temperatures reaching 700°C and held for 15 minutes, with air conditioning media, SAE 40 oil and water, and carried out heat treatment with hardness testing on each material with differences in the cooling media using the Rockwell method. From the results of the test, different cooling media, different cooling rates are obtained and produce different hardness changes. In testing the data obtained in accordance with the results of heat treatment which is continued by cooling the air gives the lowest hardness value (51.2 HR), while cooling with oil and water is higher, respectively 54 HR and 58.4 HR.

ABSTRAK

Pengkajian pengaruh variasi media pendingin terhadap nilai kekerasan paduan *gear sprocket* AISI 1020 dan timah dengan perlakuan *heat treatment*. Penelitian ini untuk mengetahui perpaduan *gear sprocket* AISI 1020 dengan timah, dengan dilakukan proses *heat treatment* dengan suhu mencapai 700°C dan ditahan selama 15 menit, dengan media pendingin udara, oli SAE 40 dan air, dan dilakukan *heat treatment* dengan pengujian kekerasan pada masing – masing material dengan perbedaan media pendingin menggunakan metode *Rockwell*. Dari hasil dari pengujian, media pendingin yang berbeda, didapat laju pendinginan yang berlainan dan menghasilkan perubahan kekerasan yang berbeda. Dalam pengujian data yang diperoleh sesuai dengan yang hasil perlakuan panas yang diteruskan dengan pendinginan udara memberikan nilai kekerasan paling rendah (51,2 HR), sedangkan pendinginan dengan oli dan air nilainya lebih tinggi, masing-masing 54 HR dan 58,4 HR.

Kata kunci : *gear sprocket; timah; pengaruh; variasi; media pendingin; Heat Treatment*

1. PENDAHULUAN

Dunia otomotif yang semakin pesat, menuntut industri otomotif untuk selalu mengedepankan kemajuan teknologi nya masing-masing, terutama dibidang kendaraan roda dua yaitu sepeda motor. Pemakaian baja paduan khusus pada dunia otomotif juga terus meningkat, seiring meningkat nya kendaraan bermotor di indonesia, banyak komponen otomotif yang memakai baja paduan diantaranya adalah *gear sprocket* belakang pada sepeda motor . (Amanto, Hari, 1999 & Abrianto, A, 2007). *Gear* dan *sprocket* jika tidak diberikan pelumas teratur maka hal ini akan menyebabkan suara berisik pada *sprocket* sepeda motor, hal ini dikarenakan perubahan dimensi ukuran antara *sprocket* dan *gear*. Penyebab keausan yang terjadi yaitu dikarenakan komponen tersebut menarik beban besar terus menerus ketika kendaraan dijalankan namun pelumas kekurangan atau tidak ada sama sekali. Sehingga dengan solusi untuk memadukan timah pada *gear* maka di dalam kelemahan *gearsprocket* akan di dapat solusi nya (Sularso, dan Suga, Kiyokatsu, 2002). Tujuan dilakukannya perpaduan tersebut agar *gear sprocket* memiliki kekuatan dan kekerasan yang baik. Penelitian ini dituntut untuk mengetahui nilai

kekerasan gear sprket AISI 1020 berlapiskan timah setelah dilakukan *heat treatment* dan juga membandingkan nilai kekerasan material dengan menggunakan media pendingin udara , oli dan air setelah *heat treatment* sehinggadidapatkan nilai kekerasan tertinggi (Mohammad Ismanhadi S dan Yuli Setyorini, 2013 & Bayu Adie Septianto, dan Yuli Setiyorini, 2013)

2. TINJAUAN PUSTAKA

Baja AISI 1020 merupakan jenis baja karbon rendah dengan unsur karbon (1,40-1,70)% Ni, (0,90-1,40)% Cr, dan (0,20-0,30)% Mo. Baja AISI 1020 setara dengan baja DIN CK22.C22, JIS S20C. Menurut standar AISI (*American Iron and Steel Institute*) dan DIN CK22.C22, baja AISI 1020 mempunyai komposisi kimia (0,20-0,30)% C, (0,15-0,35)% Si, (0,50-0,70)% Mn, 0,035% P, 0,035% S, (1,40-1,70)% Ni, (0,90-1,40)% Cr, dan (0,20-0,30)% Mo. Baja AISI 1020 secara luas mudah tersedia sebagai *Gear*, *billetbar*, batang *forging*, lembaran, tabung, dan kawat las. Aplikasi yang umum dari baja ini adalah baut, sekrup, roda gigi, batang piston untuk mesin, roda pendaratan, dan komponen *landing gear* pesawat terbang. Baja AISI 1020 dengan kadar paduannya memungkinkan

baja ini untuk dikeraskan dengan perlakuan panas. Salah satu perlakuan panas yang bisa digunakan pada baja ini yaitu proses *hardening*, dengan proses *hardening* baja AISI 1020 bisa mengalami perubahan sifat mekanik. dengan variasi suhu *austenisasi* pada baja AISI 1020 yang di *quenching* dengan oli (ASM handbook vol.1, 2005).

Tabel 1. Beberapa jenis baja karbon berdasarkan klasifikasi AISI-SAE

AISI-SAE number	Chemical composition (Wt)	Condition	Tensile strength (ksi)	(MPa)	Yield strength (ksi)	(MPa)	Elongation, %	Typical applications
1010	0.10C, 0.40Mn	Hot-rolled Cold-rolled	42-58	290-400	23-38	159-262	8-47	Sheet and strip for drawing, wirerod, and nails and screws; concrete reinforcement bar
1020	0.20C, 0.45Mn	As rolled Annealed	65-87	448-593	48-63	331-437	36	Steel plate and structural section, shafts, gears
1040	0.40C, 0.45Mn	As rolled Annealed Tempered	75-116	517-800	51-86	352-593	30	Shafts, studs, high-tensile tubing, gear
1060	0.60C, 0.65Mn	As rolled Annealed Tempered	118-160	814-1100	70-113	483-780	17-13	Spring wire, forging dies, rollood wheels
1080	0.80C, 0.80Mn	As rolled Annealed Tempered	140-189	967-1304	85-142	586-980	12	Misc wire, helical springs, cold chisels, forging die blocks
1095	0.95C, 0.40Mn	As rolled Annealed Tempered	140-183	966-1263	83-118	573-814	9-10	Dies, punches, taps, milling cutters, shear blades, high-tensile wire

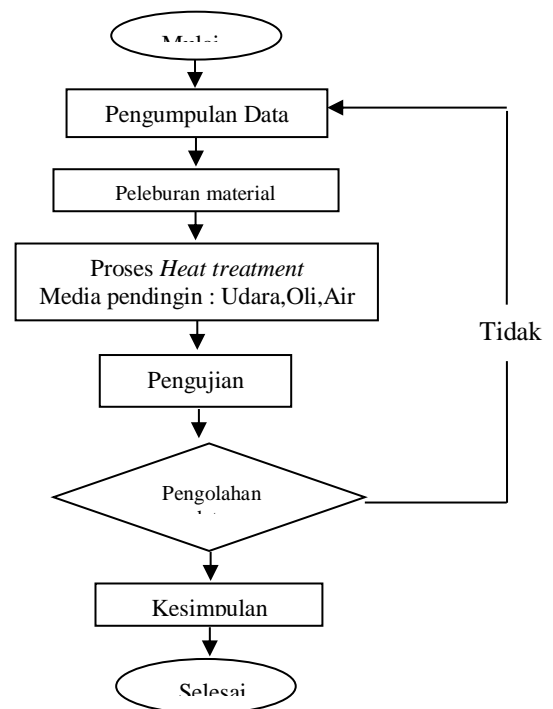
Sumber : ASM handbook vol.1, 2005

Timah merupakan unsur kimia dengan tabel periodik yang memiliki symbol Sn (bahasa Latin: stannum) dan nomor atom 50. Unsur ini merupakan logam miskin keperakan, dapat ditempa ("malleable"), tidak mudah teroksidasi dalam udara sehingga tahan karat, ditemukan dalam banyak alloy, dan digunakan untuk melapisi logam lainnya untuk mencegah karat. Timah diperoleh terutama dari mineral cassiterite yang terbentuk sebagai oksida. Timah adalah logam berwarna putih keperakan, dengan kekerasan yang rendah, berat jenis 7,3 g/cm³, serta mempunyai sifat konduktivitas panas dan listrik yang tinggi. Dalam keadaan normal (13 – 1600C), logam ini bersifat mengkilap dan mudah dibentuk. Timah terbentuk sebagai endapan primer pada batuan granit dan pada daerah sentuhan batuan endapan metamorf yang biasanya berasosiasi dengan turmalin dan urat kuarsa timah, serta sebagai endapan sekunder, yang di dalamnya terdiri dari endapan alluvium, elluvial, dan koluvium. Heat Treatment (perlakuan panas) salah satu proses mengubah struktur logam dengan pemanasan specimen pada elektrik terance (tungku) pada temperature rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air faram, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Sifat-sifat logam yang terutama sifat mekanik yang sangat dipengaruhi oleh struktur mikrologam disamping posisi kimianya, contohnya suatu logam atau paduan akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda-beda struktur mikronya diubah.

Dengan adanya pemanasan atau pendinginan dengan kecepatan tertentu maka bahan-bahan logam dan paduan memperlihatkan perubahan strukturnya. Perlakuan panas adalah proses kombinasi antara proses pemanasan atau pendinginan dari suatu logam atau

paduannya dalam keadaan padat untuk mendaratkan sifat-sifat tertentu. Untuk mendapatkan hal ini maka kecepatan pendinginan dan batas temperature sangat menentukan. Proses Hardening dilakukan pendinginan secara cepat dengan media air, bertujuan untuk mendapatkan struktur martensite, semakin banyak unsur karbon, maka struktur martensite yang terbentuk juga akan semakin banyak dikarenakan martensite terbentuk dari fase Austenite yang di dinginkan secara cepat. Hal ini disebabkan karena atom karbon tidak sempat berdifusi keluar dan terjebak dalam struktur kristal dan membentuk struktur tetragonal yang ruang kosong antar atomnya kecil, sehingga kekerasannya meningkat. Media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan baja bermacam macam.

3. METODOLOGI



Sumber: penulis, 2019

Gambar 1. Alir Metodologi Penyelesaian

Pengujian kekerasan (Hardness test) dengan metode Uji Rockwell, yaitu, pengujian kekerasan dengan bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indenter berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut pada pengujian ini menggunakan mesin Rockwell Motor Driven Hardness Tester model HRD-150 (Gambar 2).



Sumber: penulis, 2019

Gambar 2. Mesin rockwell

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

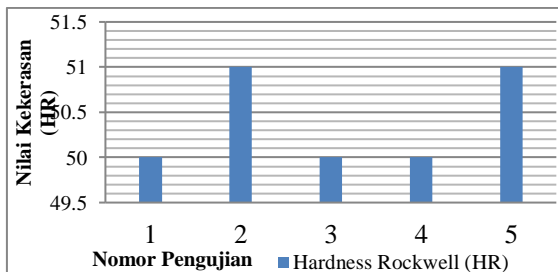
Hasil pengujian dengan metode rockwell terhadap nilai kekerasan paduan gear sprocket tanpa heat treatment dan paduan gear sprocket setelah dilakukan heat treatment dengan variasi media pendingin udara, air, dan oli SAE 40 yaitu seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Nilai kekerasan paduan gear sprocket tanpa heattreatment

Media Pendingin	Nomor Pengujian					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Tidak ada	50	51	50	50	51	50,2 HR

Sumber :peneliti,2019

Data hasil pengukuran nilai kekerasan ditabulasikan dalam bentuk grafik diagram batang /histogram (Gambar 3).



Sumber :peneliti,2019

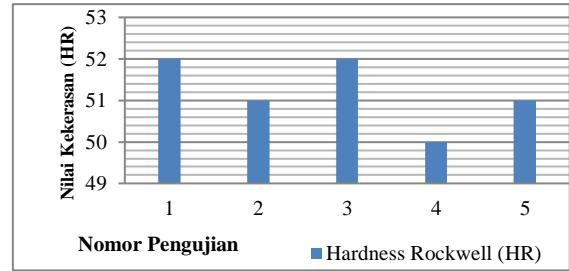
Gambar 3. Histogram Hasil Pengukuran nilai

Tabel 3. Nilai kekerasan paduan gear sprocket media pendingin udara

Media Pendingin	Nomor Pengujian					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Udara	52	51	52	50	51	51,2 R

Sumber :peneliti,2019

Data hasil pengukuran nilai kekerasan ditabulasikan dalam bentuk grafik diagram batang /histogram (Gambar 4).



Sumber :peneliti,2019

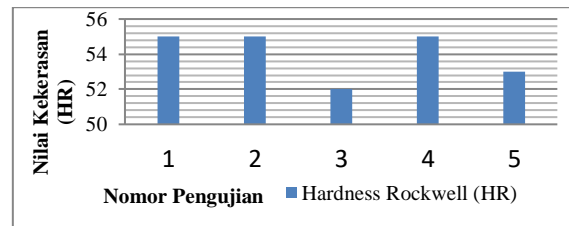
Gambar 4. Histogram Hasil Pengukuran nilai Kekerasan dengan Media pendingin udara

Tabel 4. Data nilai kekerasan paduan gear sprocket media pendingin Oli

Media Pendingin	Nomor Pengujian					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Oli SAE 40	55	55	52	55	53	54 HR

Sumber :peneliti,2019

Data hasil pengukuran nilai kekerasan ditabulasikan dalam bentuk grafik diagram batang/histogram (Gambar 5).



Sumber :peneliti,2019

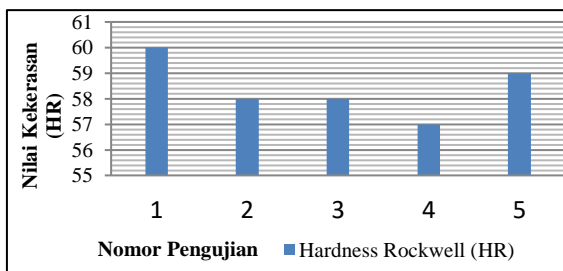
Gambar 5. Histogram Hasil Pengukuran nilai Kekerasan dengan Media pendingin oli

Tabel 5. Data nilai kekerasan paduan gear sprocket media pendingin Air

Media Pendingin	Nomor Pengujian					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Air	60	58	58	57	59	58,4 HR

Sumber :peneliti,2019

Data hasil pengukuran nilai kekerasan ditabulasikan dalam bentuk grafik diagram batang/histogram (Gambar 6).



Sumber :peneliti,2019

Gambar 6. Histogram Hasil Pengukuran nilai Kekerasan dengan Media pendingin air

4.2. Pembahasan

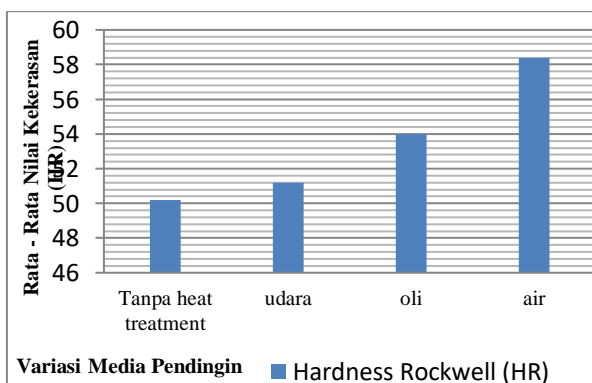
Setelah melakukan pengujian dan diperoleh data dari pengujian tersebut, langkah selanjutnya membandingkan data hasil pengujian tersebut terhadap pengaruh media pendingin pada nilai kekerasan paduan gear sprocket dan timah.

Tabel 6. Perbandingan data hasil pengukuran nilai kekerasan paduan gear sprocket dan timah setelah heat treatment

No	Variasi Media Pendingin	Point					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
1	Tanpa heat treatment	50	51	50	50	51	50,2 HR
2	Udara	52	51	52	50	51	51,2 HR
3	Oli Sae 40	55	55	52	55	53	54 HR
4	Air	60	58	58	57	59	58,4 HR

Sumber :peneliti,2019

Berdasarkan Tabel 6. data hasil pengukuran nilai kekerasan tersebut agar mudah dalam pembacaannya, yaitu dengan ditabulasikan dalam bentuk grafik diagram batang/histogram (Gambar 7) .



Sumber:peneliti,2019

Gambar 7. Histogram Hasil Pengukuran nilai Kekerasan paduan gear sprocket dan timah Setelah Heatreatment

Persentase Nilai Peningkatan Kekerasan Media Pendingin Udara

$$\frac{X}{X_1} = \frac{100\%}{Y_1} \quad \text{Keterangan :}$$

Dari hasil pengujian maka didapat nilai parameter:

$$\begin{aligned} X &= 50,2 \\ X_1 &= 51,2 \\ Y &= 100\% \\ \frac{50,2}{51,2} &= \frac{100\%}{Y_1} \\ Y_1 &= \frac{50,2}{51,2} \\ &= \frac{51,2}{50,2} \\ &= 101,992\% \end{aligned}$$

Dari hasil yang didapat yaitu 101,992%, maka persentase nilai peningkatan kekerasan dapat ditentukan dengan persentase berikut:

$$\begin{aligned} Y_2 &= Y_1 - Y \\ \text{Dimana} \\ Y_2 &= \text{Peningkatan kekerasan} \\ \text{Sehingga didapat hasil sebagai berikut:} \\ Y_2 &= Y_1 - Y \\ &= 101,992\% - 100\% \end{aligned}$$

$$Y_2 = 1,99\%$$

Jadi peningkatan kekerasan yang dihasilkan yaitu 1,99%.

4.2.1. Persentase Nilai Peningkatan Kekerasan Media Pendingin Oil

$$\frac{X}{X_1} = \frac{100\%}{Y_1} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- X=Nilai kekerasan material tanpa campuran
- X₁=Nilai kekerasan material dengan campuran
- Y=Persentase nilai kekerasan tanpa campuran
- Y₁= ersentase nilai kekerasan dengan campuran

Dari hasil pengujian maka didapat nilai parameter:

$$\begin{aligned} X &= 50,2 \\ X_1 &= 54 \\ Y &= 100\% \\ \frac{50,2}{54} &= \frac{100\%}{Y_1} \\ Y_1 &= \frac{50,2}{54} \\ &= \frac{54}{50,2} \\ &= 107,572\% \end{aligned}$$

Dari hasil yang didapat yaitu 107,57%, maka persentase nilai peningkatan kekerasan dapat ditentukan dengan persentase berikut:

$$\begin{aligned} Y_2 &= Y_1 - Y \\ \text{Dimana} \end{aligned}$$

Y_2 = Peningkatan kekerasan
 Sehingga didapat hasil sebagai berikut:
 $Y_2 = Y_1 - Y$
 $= 107,57\% - 100\%$
 $Y_2 = 7,57\%$
 Jadi peningkatan kekerasan yang dihasilkan yaitu 7,57%.

4.2.2. Persentase Nilai Peningkatan Kekerasan Media Pendingin Air

$$\frac{X}{X_1} = \frac{100\%}{Y_1} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :
 X=Nilai kekerasan material tanpa campuran
 X₁=Nilai kekerasan material dengan campuran
 Y=Persentase nilai kekerasan tanpa campuran
 Y₁=Persentase nilai kekerasan dengan campuran

Dari hasil pengujian maka didapat nilai parameter:

$$X = 50,2$$

$$X_1 = 58,4$$

$$Y = 100\%$$

$$\frac{50,2}{58,4} = \frac{100\%}{Y_1}$$

$$Y_1 = \frac{50,2}{58,4}$$

$$= \frac{58,4}{50,2}$$

$$= 116,335\%$$

Dari hasil yang didapat yaitu 116,335%, maka persentase nilai peningkatan kekerasan dapat ditentukan dengan persentase berikut:

$$Y_2 = Y_1 - Y$$

Dimana

$$Y_2 = \text{Peningkatan kekerasan}$$

Sehingga didapat hasil sebagai berikut:

$$Y_2 = Y_1 - Y$$

$$= 116,335\% - 100\%$$

$$Y_2 = 16,33\%$$

Pada paduan gear sprocket dan timah yang menggunakan media pendingin udara yaitu memiliki nilai kekerasan rerata 51,2 HR atau meningkat 1,99 % dari nilai kekerasan paduan gear tanpa heat treatment, nilai kekerasan pada paduan gear sprocket dan timah yang menggunakan media pendingin oli yaitu reratanya 54 HR atau meningkat 7,57 % dan nilai kekerasan paduan gear sprocket dan timah yang menggunakan media pendingin air memiliki tingkat nilai kekerasan yang tertinggi yaitu 58,4 HR atau meningkat 16,3 % dari nilai kekerasan paduan gear tanpa heat treatment.

Dari hasil pengujian didapatkan dengan media pendingin yang berbeda, maka akan didapat laju pendinginan yang berlainan dan menghasilkan

perubahan kekerasan yang berbeda. Dalam melakukan pengujian data yang diperoleh sesuai dengan yang diharapkan dimana hasil perlakuan panas yang diteruskan dengan pendinginan udara memberikan nilai kekerasan paling rendah (51,2 HR), sedangkan pendinginan dengan oli dan air nilainya lebih tinggi, masing-masing 54 HR dan 58,4 HR.

Dari berbagai macam media pendingin diperoleh bahwa air memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu 58,4 HR. Ini dikarenakan viskositas air lebih rendah sehingga kekentalan cairan kurang, sehingga laju pendinginan lebih cepat dan massa jenisnya lebih besar dibandingkan dengan media pendingin oli. Sedangkan perbedaan nilai kekerasan pada air dan udara yaitu media pendingin udara laju pendinginannya lambat sehingga nilai kekerasannya rendah dibandingkan media pendingin air.

Dengan melihat struktur mikro material semakin lambat laju pendinginan, maka pertumbuhan butir lebih besar dari pada pembentukan nukleus. Oleh karena itu ukuran butir menjadi lebih besar, sebaliknya kekerasannya rendah. Ukuran butir yang diperoleh dengan pendinginan oli dan makin halus. Dengan media air, pendinginan berlangsung sangat cepat, maka kesempatan pertumbuhan butir terhambat sehingga ukuran butir lebih halus dibandingkan dengan media udara dan pasir. (Nuraini E, dkk : 1996)

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Variasi media pendingin terhadap nilai kekerasan paduan gear sprocket AISI 1020 dengan timah melalui heat treatment berpengaruh pada nilai kekerasan dari material paduan gear sprocket AISI 1020 dan timah setelah heat treatment dari dengan media pendingin yaitu pada media udara nilai rerata kekerasan 51,2 HR, media oli SAE 40 rerata kekerasannya 54 HR dan pada media air dengan nilai rerata kekerasan 58,4 HR, serta didapatkan perlakuan panas yang diteruskan dengan pendinginan udara memberikan nilai kekerasan paling rendah (51,2 HR) atau hanya meningkat 1,99 % dari nilai kekerasan paduan gear tanpa heat treatment, sedangkan pendinginan dengan oli dan air nilainya lebih tinggi, masing-masing 54 HR atau meningkat 7,57 % dan 58,4 HR atau meningkat 16,3 % dari nilai kekerasan paduan gear tanpa heat treatment.

DAFTAR PUSTAKA

Amanto, Hari, 1999, Jakarta, Bumi Aksara : *Ilmu Bahan*

Abrianto Akuan (2007) Analisa keausan sproket pada rantai.

ASM Metals Handbook. (1990-1, 2005-2), "Vol 01 : Properties and Selection Irons, Steels, and High-Performance Alloys", ASM International.

ASM Metals Handboo. (2005), "Vol 04 : Heat treating", ASM International.

Amstread, BH. dkk. (1995), *Teknologi Mekanik* edisi ketujuh oleh Ir. Sriati Djaprie, M.Met. Erlangga, Jakarta.

- Bayu Adie Septianto, dan Yuli Setiyorini, 2013
"Pengaruh Media Pendingin pada Heat Treatment Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Friction Wedge AISI 1340" *Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 2*
- Bradbury, E.J., 1990, Jakarta, Gramedia Pustaka Utama :
Dasar Metalurgi untuk Rekayasawan
- Mohammad Ismanhadi S dan Yuli Setyorini, 2013
"Pengaruh Media Pendingin pada proses Hardening terhadap Struktur mikro Baja Mangan Hadfield AISI 3401 PT Semen Gresik." *Jurnal teknik pomits vol. 2, no. 2,*
- Septianto, Bayu Adie, and Yuli Setiyorini. "Pengaruh Media Pendingin pada Heat Treatment Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Friction Wedge AISI 1340." *Jurnal Teknik ITS 2.2 (2013): F342-F347.*
- Sularso, dan Suga, Kiyokatsu, 2002, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin cetakan kesepuluh, Jakarta: Pradnya Paramita.*