

ANALISA KEAUSAN PADA RANTAI SEPEDA MOTOR

I. Syafa'at^{*)}

Abstrak

Rantai adalah salah satu komponen penting dalam sepeda motor. Keausan pada rantai adalah hal yang wajar. Beban yang besar saat terjadi tumbukan antara bus yang didalamnya terdapat pin, dengan gigi-gigi sproket membuat keausan terjadi pada pin dan bus. Keausan yang terjadi adalah dalam bentuk mulur yang dihitung berdasar persen perpanjangan. Rantai harus diganti ketika persen perpanjangan mencapai 2%. Pelumasan, pembersihan terhadap kotoran pada rantai, serta menghindari perpindahan gigi sesering mungkin dapat mengurangi keausan.

Kata kunci : keausan, rantai, bus, pin, persen perpanjangan

Pendahuluan

Sepeda motor sebagai alat transportasi pribadi dewasa ini mengalami peningkatan penggunaannya. Dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir, daya beli masyarakat terhadap kendaraan bermotor ini mengalami peningkatan secara signifikan dari tahun ke tahun. Hal ini dapat dilihat pada data BPS tahun 2005 yang menyebutkan bahwa jumlah pembelian sepeda motor di Indonesia mencapai 7 juta tahun pertama dan meningkat rata-rata 6% [1].

Salah satu komponen terpenting dari sepeda motor adalah rantai. Rantai berfungsi untuk mentransmisikan putaran mesin lewat sproket ke ban belakang. Putaran inilah yang mengakibatkan kendaraan dapat berjalan. Rantai haruslah kuat dan tidak mudah putus. Dalam proses pembuatan (produksi) rantai, harus melewati beberapa tahap pengujian sebagai syarat agar lolos produksi, rantai mempunyai beberapa pengujian yaitu: uji kekerasan, uji tarik, uji kemuluran serta uji kelelahan. Uji kekerasan, dilakukan setelah komponen rantai seperti *plate*, *roller*, *pin* dan *bush* diproses *treatment* agar kuat. Pengujian kedua, yaitu tes tarik (*tensile strength*). Alat yang dipakai *universal tester*, potongan rantai ditarik sampai putus di beban tertentu. Standar dari JCAS (*Japan Chain Association Standard*) untuk rantai tipe 428H (rantai yang digunakan pada sepeda motor) adalah 2,1 ton. Tes ketiga, yaitu uji kemuluran (*elongation test*). Rantai diputar dinamo dengan beban 70 kg dan 2000 rpm. Tes ini dilakukan selama 2 x 25 jam atau setara 10.000 km. Agar lolos standar JCAS, rantai maksimal bertambah atau mulur 0,7% [2]. Namun demikian, berdasar survei kerusakan yang sering dijumpai oleh pengguna adalah

keausan rantai yang berupa mulur, disamping jenis kerusakan yang lain. Dampak dari keausan ini adalah penggantian rantai sebelum umur pakainya.

Pada hal merujuk dari data, rantai dengan pemasangan dan pelumasan yang benar mempunyai umur pakai 15000 jam [3].

Analisa ini mencoba menguak penyebab terjadinya keausan rantai pada sepeda motor. Kajiannya hanya pada rantai saja, tidak pada keausan sproket meskipun pada kenyataannya kedua komponen ini aus sebagai akibat dari kontak mekanis antara keduanya.

Landasan Teori

Rantai

Rantai transmisi daya biasanya dipergunakan dimana jarak poros lebih besar daripada transmisi roda gigi. Rantai mengait pada gigi sproket dan meneruskan daya tanpa slip sehingga menjamin perbandingan putaran yang tetap [4]. Rantai sebagai transmisi mempunyai keuntungan-keuntungan seperti:

1. Mampu meneruskan daya besar karena kekuatannya yang besar;
2. Tidak memerlukan tegangan awal;
3. Tingkat keausan relatif kecil pada bantalan;
4. Mudah cara memasangnya.

Konstruksi transmisi jenis ini terdiri dari sproket dan rantai. Rantai merupakan rakitan dari pena, pelat penghubung pena, rol, pelat penghubung rol serta bus.

ian Pengembangan
roduksi Kitin dan
miawi", Prosiding
ik Kimia Indonesia,

ical Chemistry", 2nd
Addison Wesley
Massachusetts
W., 1983, "Metal
ic Environment", p.
g, Berlin
Efrina D., dan B.
tan Kulit Udang
Kitosan dan
wasan PUSPITEK,

manfaat Kitosan
ai Pelarut Lemak",
ional Teknik Kimia

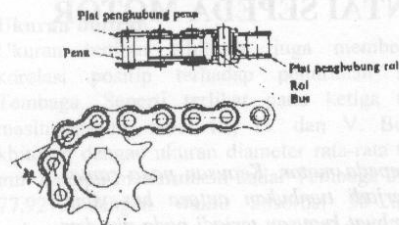
"Chitin in the
3, p. 147, Aspinall
Inc., Orlando, San

dan Kumaran
nival of Heavy
Waste Water using
il Palm Shell
nit, Department of
Collage of
ity of Tenaga

2005, "Teknologi
, Badan Penerbit
Semarang

Khitosan", Pusat
Pangan&Gizi,
Yogyakarta.

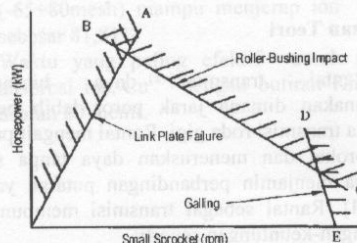
^{*)} Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang
Jl Menoreh Tengah X/22 Semarang



Gambar 1. Rantai dan Sproket [4]

Di sisi lain transmisi rantai memiliki beberapa kekurangan, yaitu variasi kecepatan yang tidak dapat dihindari karena lintasan busur sproket yang mengait mata rantai, suara dan getaran karena tumbukan antara rantai dan dasar kaki gigi sproket, serta perpanjangan rantai karena keausan pena dan bus yang diakibatkan oleh gesekan dengan sproket.

Dalam perencanaan rantai pada Gambar 2, berdasarkan Kurva Tenda (Tent Curve) garis O-A ditentukan berdasarkan tegangan rantai yang diperbolehkan yang menyertakan kekuatan fatigue dari pelat penghubung pena serta pelat penghubung rol dan bus, seperti halnya pada gaya sentrifugal dalam putaran kecepatan tinggi [5].



Gambar 2. Tent Curve [5]

Garis B-C ditentukan oleh impact dari bus dan rol. Pada garis ini, keadaan tanpa batas fatigue seperti pada pelat penghubung. Maka dari itu, garis ini menunjukkan batas umur pakai pada 15000 jam. Sedangkan garis D-E, terdapat acuan untuk menentukan fungsi bantalan dari pin dan bus. Daerah di bawah ketiga garis inilah (O-A, B-C dan D-E) yang merupakan acuan dalam perencanaan rantai. Ketika rantai digunakan pada

kecepatan rendah, keadaan ini dibatasi oleh garis O-A, yaitu batas fatigue.

Tabel 1. Standar Penggunaan Rantai [5]

Standards for Major Types of Chains

Chain Category	ANSI Standard	ISO Standard	JIS Standard
Power Transmission Roller Chain	ANSI B 29.1M	ISO 606	JIS B 1801
Power Transmission Bushed Chain	ANSI B 29.1M	ISO 1395	JIS B 1801
Power Transmission Sprocket	ANSI B 29.1M	ISO 606	JIS B 1802
Heavy-Duty Chain	ANSI B 29.1M	ISO 3512	
Bicycle Chain		ISO 9633	JIS D 9417
Motorcycle Chain		ISO 10190	JCAS 12
Leaf Chain	ANSI B 29.6M	ISO 4347	JIS B 1804
Double Pitch Conveyor Chain & Sprocket	ANSI B 29.4	ISO 1275	JIS B 1803
Power Transmission Roller Chain with Attachment	ANSI B 29.5		JIS B 1801
Conveyor Chain	ANSI B 29.15	ISO 19771-3	JCAS 22

The contents of each standard for a category may vary from group to group.
JCAS indicates the Japanese Chain Association Standard

Sedangkan pada Tabel 1 bisa dilihat tentang standar penggunaan rantai pada berbagai jenis kategori pekerjaan. Untuk rantai motor, standar yang dipergunakan adalah JCAS 12.

Keausan

Jarang sekali disadari bahwa keausan mekanis lebih merugikan dari patah atau korosi. Untuk seorang perancang, keausan akan menurunkan kemampuan mesin dan membawa akibat sampingan seperti panas, bunyi berisik, boros energi dan harus sering diservis. Keausan dapat digambarkan sebagai perubahan kumulatif yang tidak diinginkan pada dimensi yang dikarenakan oleh perpindahan partikel yang berangsur-angsur dari pergerakan permukaan [6]. Keausan bukan hanya proses tunggal, tetapi beberapa proses berbeda yang dapat berlangsung independen atau secara bersamaan. Ada lima subkategori keausan, yaitu: keausan adhesif, keausan abrasif, keausan korosif, keausan kelelahan permukaan dan keausan deformasi.

Dalam bidang teknik mesin, gerakan-gerakan yang dapat menimbulkan keausan disebabkan oleh beberapa hal yaitu [7]:

- Keausan luncur pada bantalan luncur, roda gigi, peluncur, penghancur dan sebagainya.
- Keausan rol (gelinding) pada bantalan rol, runner, impeler, nok, roda gigi, sproket, rantai dan sebagainya.
- Keausan semburan (jet, turbine, siku pipa) dan
- Keausan isap (kavitasi pada turbin).

ni dibatasi oleh garis

Keausan Rantai

ISO Standard	ISO Standard	JIS Standard
29.1M	ISO 606	JIS B 1801
29.1M	ISO 1385	JIS B 1801
29.1M	ISO 606	JIS B 1802
29.1M	ISO 3512	
	ISO 9633	JIS D 9417
	ISO 10190	JCAS 12
29.6M	ISO 4347	JIS B 1804
9.4	ISO 1275	JIS B 1803
9.5		JIS B 1801
9.15	ISO 19771-3	JCAS 22

group to group.

sa dilihat tentang
da berbagai jenis
tai motor, standar
S 12.

bahwa keausan
patah atau korosi.
keausan akan
n dan membawa
s, bunyi berisik,
liservis. Keausan
bahan kumulatif
dimensi yang
partikel yang
n permukaan [6].
tunggal, tetapi
apat berlangsung
aan. Ada lima
ausan adhesive,
rosif, keausan
deformasi.
esin, gerakan-
ulkan keausan
u [7]:
n luncur, roda
sebagainya.
a bantalan rol,
sproket, rantai

, siku pipa) dan
bin).

Juga faktor-faktor yang perlu diperhatikan apakah keausan itu terjadi dalam keadaan dilumasi atau kering atau adanya partikel (debu mineral). Lebih lanjut dibedakan keausan yang disebabkan oleh mineral (batu, tanah, biji besi) yang berakibat lebih parah dibandingkan dengan keausan yang disebabkan oleh bahan lain. Kemudian dapat ditentukan macam keausan dari pasangan bahan, tanda-tanda keausan dan proses keausan dan lain-lain. Dapat juga terjadi beberapa macam keausan secara serempak.

Tanda-tanda keausan dalam keausan luncur dapat timbul permukaan kasar atau butir-butir halus karena oksidasi dan juga terjadi deformasi plastis, tanda "gigitan tikus" dan lepasnya lapisan permukaan. Debu korosi dapat ikut tersisip diantara dua bagian luncur. Tanda-tanda seperti deformasi plastis, retak (*crack*), pitting. Kepingan yang berlapis yang rapuh, bekas karena benda asing menunjukkan terjadinya keausan rol. Keausan sembur dan isap ditandai dengan erosi dari terjadinya lubang-lubang.

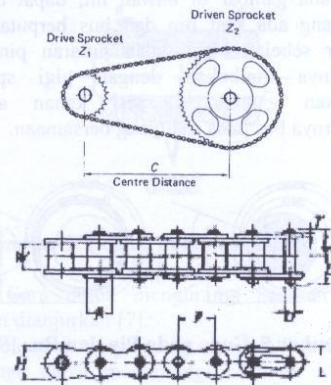
Faktor-faktor yang mempengaruhi keausan adalah sebagai berikut:

1. dari pasangan (karakteristik dari bahan pasangan tersebut bentuk, kelicinan, kepadatan dan kekerasan permukaan).
2. dari bahan perantara (fluida, butir debu, butir abrasi).
3. dari beban khusus (gas, udara dan sebagainya)
4. dari pergerakan (macam gerakan dan kecepatan)
5. besaran lainnya (suhu dan sebagainya)

Analisa Keausan

Sproket yang digunakan motor ini adalah tipe sproket plain plate yang mempunyai nomor rantai 428 (ANSI chain #40), jumlah gigi Z_1 : 15; gigi Z_2 : 40; jarak sumbu antara sproket depan dan belakang (C): 460 mm; pitch sproket (p): 12.7 mm; diameter rol (R): 7.94 mm; lebar rol (w): 7.95 mm; tebal pelat (T): 1.5 mm; lebar pelat (H): 12.0 mm; lebar pelat (h): 10.4 mm serta diameter pena 3.97 mm. Batas kekuatan tariknya adalah 1420 kg dan beban maksimum yang diizinkan 300 kg. Bahan yang digunakan adalah S35C.

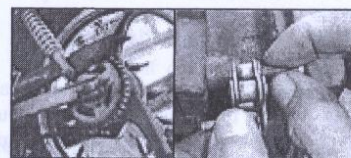
Sedangkan data rantai adalah rantai 428H dengan kekuatan *breaking load* standar JCAS, minimal 1.703 kg. Tipe 428H, tipe rantai untuk beban berat, 2.101 kg. Kekerasan permukaan untuk pin dan bus adalah 45 HRC sedangkan rol adalah 40 HRC.



Gambar 3. Rantai [4]

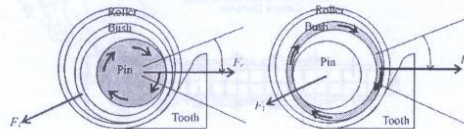
Yang harus diperhatikan dalam mempelajari keausan rantai adalah tingkat kemuluran (elongasi) dan usia motor saat dipakai dengan beban periodik. Beban periodik didapat saat rantai dipakai waktu akselerasi. Perpindahan gigi terus menerus akan membuat hentakan. Hentakan ini akan membuat beban yang besar pada rantai. Kondisi seperti ini yang akan menguji usia pakai dan kemuluran. Termasuk elastisitas ketika menerima beban periodik. Kuat dalam hal *breaking load* belum tentu usia pakai dari rantai akan normal (sesuai dengan umur rantai). Secara teknis rantai yang hanya tinggi tingkat *breaking load*nya akan bermasalah di sproket yang akan cepat aus.

Mulur akibat aus adalah fenomena normal pada saat rantai bekerja. Kecepatan dari keausan rantai tergantung dari beberapa faktor yaitu pelumasan, beban dan frekuensi dan tingkat penyambungan antara pin dan bus. Pada bus dan pin inilah keausan pada rantai terjadi. Hal ini disebabkan bus dan pin menerima beban yang lebih besar daripada komponen lainnya.



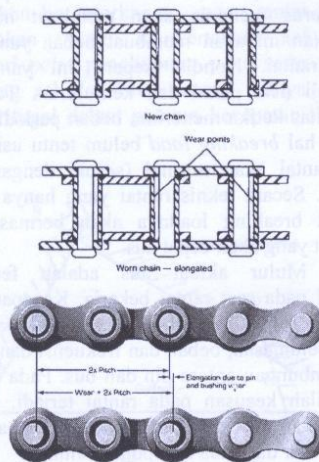
Gambar 4. Rantai yang Aus

Pada gambar di bawah ini, dapat dilihat gaya yang ada saat pin dan bus berputar [8]. Gambar sebelah kiri adalah putaran pin saat dimulainya tumbukan dengan gigi sproket sedangkan gambar di sisi kanan adalah berputarnya bus pada saat yang bersamaan.



Gambar 5. Gaya pada Pin dan Bus [8]

Pada pelat tidak terdapat keausan. Hal ini dikarenakan baik pada pelat penghubung pena ataupun pelat penghubung rol dan bus, hanya berfungsi sebagai penghubung dan pengikat antar komponen dalam konstruksi rantai. Sedang pada rol, komponen ini berfungsi sebagai penggeling dan saja akibat tumbukan antara pin dan bus dengan gigi-gigi sproket.



Gambar 6. Keausan pada Pin dan Bus [9]

Aus pada bus dalam rantai disebabkan oleh pergerakan dari pin yang ada di dalam bus dan oleh gesekan bus dengan gigi sproket. Aus pada pin dan bus menyebabkan rantai memanjang. Sehingga hal ini berakibat rantai tidak terpasang secara pas pada sproket ataupun

tidak terjaganya jarak dan *timing* saat putaran berlangsung.

Elongasi rantai mempunyai tiga tahapan [9]. Dimulai pada periode yang pendek di awal pemakaian, saat *run-in* dan terakhir adalah aus. Pada tahap awal inilah, terjadi titik tertinggi keausan. Pin dan bus akan aus dengan cepat. Tahap kedua adalah keausan secara bertingkat dari permukaan antara pin dan bus. Keduanya akan melakukan penyesuaian pada permukaan masing-masing. Dalam tahap ini pin akan "menempatkan diri" secara benar dalam pada bus dan pada daerah yang bergesekan mendapat pelumasan secara normal dan baik. Tahap terakhir adalah periode aus secara cepat. Ketika jarak antara pin dan bus melonggar, pelumasan sudah tidak efektif. Ini akan berakibat *case hardening* pada pin dan bus. Dengan tertinggalnya material-material halus sebagai akibat dari gesekan, membuat aus terjadi lebih cepat.

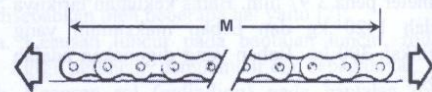
Pengukuran keausan dapat dibuat untuk menentukan apakah rantai telah mulur sehingga penggantian rantai dibutuhkan atau tidak. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, panjang rantai diukur pada saat rantai dalam keadaan mengalami tegangan. Jika rantai diukur ketika masih bekerja dengan sproket, maka prosedur keselamatan kerja harus dijalankan. Jika rantai telah lepas dari sproket maka pengukuran beban sesuai standar harus diterapkan supaya rantai tidak kendur. Pengukuran diusahakan sedekat mungkin dari pusat salah satu pin terhadap pusat pin lainnya. Semakin banyak pin yang diukur, maka semakin akurat. Untuk mengukur keausan rantai, menggunakan rumus sebagai berikut [10]:

$$\% \text{ perpanjangan} = \frac{M - (X \times P)}{X \times P} \times 100$$

Dimana:

X = jumlah pitch yang diukur

P = Pitch (mm)



Gambar 7. Cara Pengukuran Panjang Rantai [10]

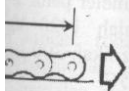
timing saat putaran

mpunyai tiga tahapan yang pendek di awal terakhir adalah aus. terjadi titik tertinggi an aus dengan cepat an secara bertingkat dan bus. Keduanya an pada permukaan hap ini pin akan enar dalam pada bus rgesekan mendapat dan baik. Tahap secara cepat. Ketika longgar, pelumasan an berakibat case in bus. Dengan ial halus sebagai at aus terjadi lebih

dapat dibuat untuk ah mulur sehingga atau tidak. Untuk at, panjang rantai dalam keadaan tai diukur ketika t, maka prosedur ankan. Jika rantai pengukuran beban an supaya rantai asahkan sedekat in terhadap pusat pin yang diukur, engukur keausan gai berikut [10]:

$$\frac{x \cdot P}{P} \times 100$$

ukur

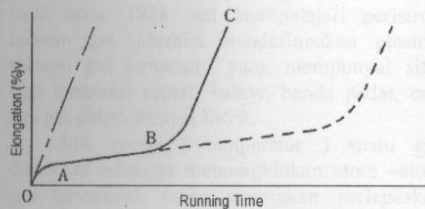


panjang Rantai

Bila panjang rantai adalah (M) 1285 mm, jumlah pitch (X) adalah 100 dan pitch (P) 12,7 mm, maka persentase perpanjangan pada rantai tersebut adalah

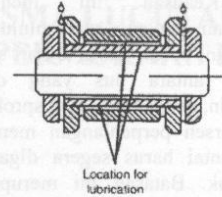
$$\% \text{ perpanjangan} = \frac{1285 - (100 \times 12,7)}{100 \times 12,7} \times 100 = 1,18$$

Grafik pergerakan keausan dari pin dan bus dapat dilihat pada Kurva Hubungan Elongasi dengan Running Time [6]. Garis O-A disebut permulaan aus. Pada keadaan ini, keausan terjadi dengan cepat namun rasio-nya tidak lebih kecil dari 0.1 persen yang terjadi dalam 20 jam operasi secara terus menerus. Garis A-B adalah keausan normal yang bergerak secara perlahan. Sedangkan pada garis B-C terjadi keausan yang ekstrim. Batas dari "allowable wear" yang merupakan akhir dari umur pakai rantai adalah 1,5 – 2,0 persen. Jadi pada kasus perpanjangan rantai di atas, nilai 1,18 persen masih di dalam batas keausan yang normal, sehingga rantai tersebut masih layak pakai.



Gambar 8. Kurva Hubungan Elongasi dengan Running Time [5]

Garis nyata (O-C) merupakan penggunaan rantai yang telah diberi pelumasan oleh pabrik tanpa dilumasi lagi selama operasi. Jika pelumasan dilakukan secara berkala, pin dan bus mengikuti tingkat keausan normal (garis putus-putus) yang pada akhirnya penggunaan umur pakai secara optimal bisa dicapai. Lokasi pelumasan yang tepat adalah daerah antara pin dengan bus dan antara bus dengan rol. Garis nyata bergores, yang menyerupai garis lurus terjadi bila pelumasan dihilangkan dengan pelarut (solvent). Ini akan berdampak pada umur sebuah rantai akan sangat pendek. Pelumasan dan perawatan terhadap rantai sepeda motor setiap 500 kilometer akan membuat rantai sesuai umur pakainya [11].



Gambar 9. Lokasi Pelumasan yang Tepat pada Rantai [9]

Cara untuk mengurangi keausan secara umum dianjurkan [7]:

1. Penurunan gaya yang menimbulkan keausan juga dapat mengurangi keausan. Misalnya dengan mengurangi gaya bidang datar, kecepatan dan pemilihan bentuk yang ideal. Juga penurunan faktor gesek dengan permukaan yang licin, pelumasan yang baik dan penyekat yang lebih aman untuk mencegah masuknya partikel asing dan alur pembuangan debu dan sisa gesekan.
2. Menjaga batas suhu maksimum, misalnya pelumasan bagi bahan sintetik dan sebagainya.
3. Pengurangan akibat-akibat keausan, misalnya dengan tambahan penyetel khusus atau mengarahkan keausan hanya pada bagian-bagian yang mudah diganti. Keausan dapat diatasi dengan melas, pelapisan logam (verchrom) dan sebagainya.

Secara khusus pada permasalahan rantai ini, meskipun keausan merupakan fenomena yang wajar saat rantai digunakan, keausan dapat dihindari dengan beberapa cara, antara lain:

1. Pelumasan rantai secara berkala. Karena dengan melihat grafik elongasi pada Kurva Tenda, maka dengan pelumasan, umur pakai dapat tercapai secara optimal.
2. Pembersihan terhadap kotoran-kotoran yang melekat pada rantai. Dengan tetap terjaganya kebersihan, hal ini akan menghambat terjadinya keausan abrasif.
3. Hindari perpindahan gigi secara terus menerus. Karena *breaking load* pada keadaan ini lebih besar daripada keadaan saat motor berjalan dengan tanpa perpindahan gigi.

Kesimpulan

Dari serangkaian pembahasan tentang analisa keausan pada sepeda motor, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Keausan pada rantai yang terjadi pada bagian bus dan pin adalah sebuah fenomena yang

- wajar. Keausan ini mengakibatkan penambahan panjang atau mulur. Hal ini dikarenakan beban yang besar saat terjadi tumbukan antara bus yang didalamnya terdapat pin, dengan gigi-gigi sproket.
2. Ketika persen perpanjangan mencapai 2%, artinya rantai harus segera diganti karena telah rusak. Batasan ini merupakan nilai standar perancangan yang telah ada. Pelumasan pada tahap ini tidak efektif untuk mengurangi keausan yang telah terjadi.
 3. Untuk menghindari keausan secara dini, dapat dilakukan dengan pelumasan, pembersihan terhadap kotoran pada rantai, serta menghindari perpindahan gigi sesering mungkin.

Daftar Pustaka

- www.bps.go.id/sector/transport/land/yearly/table3.shtml (diakses tanggal 05/02/2008).
- www.motorplus-online.com/articles.asp?id=4212 (diakses tanggal 21/01/2008).
- Neale, MJ., 2001, "The Tribology Handbook 2nd Edition", Butterworth-Heinemann, Oxford.

Sularso, 1997, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin", Pradnya Paramita, Jakarta.

www.chain-guide.com/basics/2-2-3-3-strength-differences-chain-links.html (diakses tanggal 22/01/2008).

Collins, Jack A, "Failure of Materials in Mechanical Design", John Wiley & Sons, New York.

Niemann, G, 1999, "Elemen Mesin Jilid I", Erlangga, Jakarta.

Lodge, C J. and Burgess, S C., "A model of the tension and transmission efficiency of a bush roller chain", *Proc. Instn Mech. Engrs, Part C: J Mechanical Engineering Science*, 2002, **216**, 385-394.

Totten, 2006, "Handbook of Lubrication and Tribology", CRC Press.

Stolarski, 2000, "Tribology in Machine Design", Butterworth-Heinemann, Oxford.

Anonimus, "Buku Pedoman Pemilik", PT. Astra Honda Motor, Jakarta.