

TINJAUAN KETAHANAN AUS HASIL MODIFIKASI NOKEN AS PADA MOTOR BALAP

Supriyanto¹, Zaini Abdillah²

¹Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra

²Alumni Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra
Jl. Tentara Rakyat Mataram 55-57 Yogyakarta 55231 Telp/Fax (0274) 543676
Supriyanto.@.Staff.Janabadra.ac.id

ABSTRACT

To improve performance of motor sport engine, mechanics modify the engine. One of the ways is by changing the angle of camshaft by weld and reforms it as that they need.

Camshaft is a shaft that is used to control opening and closing inlet and outlet valve at four stroke engine. Because the duration of camshaft changed, it will influence the fuel consumption directly. It will influence the characteristic of engine too. The purpose of this research is to find out the hardness and the strength of modified camshaft. From the result of this research can be concluded that the hardness of modified camshaft is 30% lower than the standard one and the rate of the wearing out 33.3% higher than the standard one.

Keywords : *modified, hardness, wearing*

PENDAHULUAN

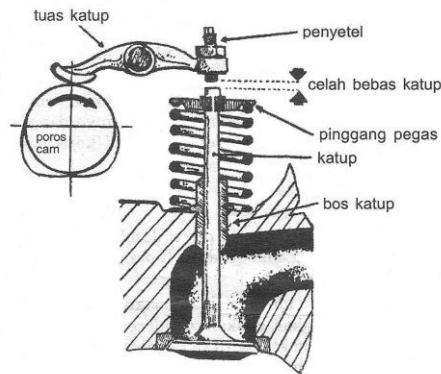
Dalam dunia otomotif, khususnya *road race* dituntut motor dengan laju kecepatan yang tinggi dan ketahanan mesin yang bagus juga, namun para pembalap kurang puas dengan kemampuan standart pabrikan mesin sepeda motornya dan tidak sedikit dari mereka menginginkan untuk meningkatkan kemampuan unjuk kerja mesin sepeda motornya. Untuk meningkatkan kemampuan mesin tersebut para mekanik berlomba-lomba mendesain ulang komponen-komponen yang berhubungan dengan unjuk kerja mesinnya khususnya yang berhubungan dengan ruang bakar. Diantaranya adalah dengan cara memodifikasi atau merubah sudut noken as dengan jalan pengelasan dan pembentukan ulang sesuai dengan yang dikehendaki. Dalam hal ini hasil pengelasan pada noken as mempunyai peranan yang sangat penting dalam ketahanan kerjanya, karena noken as harus mempunyai kekuatan gesek dan ketahanan yang tinggi terhadap keausan. Untuk itu perlu diadakan penelitian terhadap kekuatan dan ketahanan pada noken as yang sudah dimodifikasi tersebut terhadap sifat

fisis dan mekanisnya untuk kemudian dibandingkan dengan noken as standarnya.

Poros kem atau *noken as* adalah sebuah poros yang berfungsi sebagai pengatur terbukanya katup masuk dan buang pada mesin empat langkah, biasanya noken as dalam proses kerjanya di lengkapi dengan bantalan-bantalan dan *sprocket* atau gigi *timing* yang berfungsi untuk menghubungkannya dengan *sprocket* pada poros engkol atau biasa disebut gigi eksentrik, dan sebagai penghubungnya adalah rantai atau biasa disebut rantai kamrat.

Bahan noken as terbuat dari besi tuang yang dilapisi dengan chrom dan pada permukaannya dilakukan proses pengerasan (*hardening*). Pengerasan bertujuan untuk meningkatkan ketahanan terhadap keausan ketika bergesekan dengan *rocker arm*, karena noken as harus mempunyai nilai ketahanan yang tinggi terhadap gesekan. Durasi noken as yang secara langsung akan berpengaruh terhadap lamanya katup terbuka, sehingga berpengaruh terhadap karakteristik mesin tersebut. Hal ini secara otomatis akan merubah nilai kompresi pada ruang bakar. Pembukaan katup yang dipercepat dan

penutupan katup yang diperlambat, akan memperbesar pemasukkan bahan bakar, dan jumlah pemasukkan bahan bakar yang tinggi akan menghasilkan mesin yang bertenaga besar.



Gambar 1. Noken as (poros kem) dan komponen pendukung lainnya

Besi Tuang

Besi tuang adalah paduan besi yang mengandung karbon yang tinggi (biasanya antara 2,5 – 4%). Selain dari itu besi tuang mengandung silisium, mangan, fosfor, dan belerang. Besi tuang ini digolongkan menjadi lima macam yaitu : besi tuang kelabu, besi tuang kelas tinggi, besi tuang kelabu paduan, besi tuang bergrafit bulat dan besi tuang cil.

Sifat-Sifat dari Besi Tuang

Struktur besi tuang adalah campuran dari berbagai fasa seperti grafit, ferit, perlit, sementit dan selanjutnya stedit atau sulfida mangan, yang masing-masing mempunyai sifat-sifatnya sendiri. Oleh karena itu sifat besi tuang akan berubah menurut perbandingan campuran dan fasa-fasa tersebut. Disini akan diuraikan sifat-sifat besi tuang secara rata-rata.

1. Berat jenis

Berat jenis besi tuang kelabu adalah 7,1-7,3 pada temperatur kamar, dan sangat dipengaruhi oleh kandungan grafit, sedangkan dalam keadaan cair berat jenisnya 6,75-6,95. dalam keadaan padat, penurunan berat jenis berbanding lurus dengan tingginya temperatur.

2. Pemuaian panas

Koefisien pemuaian panas dari besi tuang

kelabu kira-kira $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, yang sedikit rendah dari baja dan lebih tinggi dibandingkan dengan koefisien pemuaian besi tuang putih. Pemuaian berubah menurut komposisi, struktur dan temperatur. Walaupun tidak banyak dipengaruhi oleh komposisi seperti sifat-sifat lainnya, ada kecenderungan untuk dikurangi oleh kandungan karbon yang lebih tinggi. Pemuaian sukar dipengaruhi oleh kandungan biasa dari unsur-unsur lain.

3. Konduktivitas listrik

Dari semua fasa pada struktur, grafit mempunyai tahanan listrik terbesar, sehingga konduktivitas listrik dipengaruhi jelas oleh kandungan grafit, distribusi dan bentuk-bentuk dari potongan grafit. Penambahan karbon dan silisium menggalakan penggrafitan, yang mengurangi konduktivitas listrik. Selanjutnya grafit kasar mengurangi konduktivitas listrik meskipun besi tuang mempunyai kadar karbon yang sama.

4. Ketahanan korosi

Feritlah yang menderita dari banyak korosi kimia dalam struktur, dan perlit lebih stabil dari pada ferit, sedangkan sementit baik sekali dalam ketahanan korosi. Besi tuang lebih buruk dalam ketahanan korosinya terhadap asam dibanding baja, hal itu disebabkan pengaruh sel kimia antara besi dan grafit. Tetapi ketahanan korosi dari besi tuang terhadap air murni dan air laut lebih baik dari pada baja. Struktur yang halus dengan potongan-potongan grafit yang halus sangat baik dalam ketahanan korosi. Ketahanan korosi sangat sukar dipengaruhi oleh unsur-unsur lain selain karbon dan silisium, akan tetapi untuk memperbaiki ketahanan korosi sangat efektif apabila ditambahkan khrom, nikel atau tembaga.

Sifat Mampu Las Besi Cor

Sifat mampu-las besi cor bila dibandingkan dengan sifat mampu-las dari besi dan baja lainnya termasuk yang terendah, hal ini disebabkan karena alasan-alasan sebagai berikut:

a. Bila terjadi pendinginan cepat pada waktu

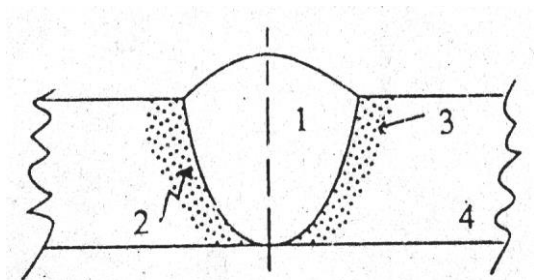
- pembekuan akan terbentuk besi cor putih keras, getas dan mudah patah. Besi cor putih ini juga mudah terbentuk bila kadar S dan O di dalamnya terlalu
- Persenyawaan C dari besi cornya sendiri dengan O_2 dari atmosfer las akan membentuk gas CO yang menyebabkan terjadinya lubang halus.
 - Tegangan sisa yang terjadi pada sudut, rusak dan tempat perubahan tebal menyebabkan retak dan mudah terjadi pada besi cor.
 - Bila dipanaskan lama grafit yang ada di dalam besi cor menjadi kasar disamping itu besi cor banyak berisi pasir dan rongga. Hal ini menyebabkan elektroda tidak mudah sesuai dengan logam induknya sehingga terjadi lubang-lubang halus.

Pengaruh Metalurgi pada Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Karena proses pengelasan ini maka logam disekitar daerah lasan mengalami siklus thermal cepat yang menyebabkan terjadinya perubahan metalurgi. Hal ini sangat erat hubungannya dengan ketangguhan, cacat las, retak, dan lain sebagainya yang pada umumnya mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan dari konstruksi yang dilas.

a. Siklus Thermal Daerah Lasan

Daerah lasan terdiri dari 3 bagian yaitu, logam lasan, daerah pengaruh panas HAZ (*Heat affected Zone*) dan logam induk yang tidak terpengaruhi panas. Logam las adalah bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan membeku.



Gambar 2. Daerah las-lasan

Keterangan Gambar :

- Logam las
- Garis penggabungan
- HAZ
- Logam induk

b. Media pendinginan las

Proses pengelasan memerlukan pendinginan, pendinginan ini akan berpengaruh terhadap struktur mikro logam pada pengelasan. Berbagai macam media pendingin yang banyak digunakan dalam proses pengelasan adalah pendinginan dengan udara, air dan minyak.

Berbagai media pendinginan menghasilkan struktur yang berbeda, maka media pendingin juga akan mempengaruhi terjadinya struktur logam juga.

Daerah pengaruh panas atau daerah HAZ adalah logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat. Logam induk tak terpengaruhi adalah logam dasar dimana panas pada suhu pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan struktur dan sifat. Disamping ketiga pembagian utama tersebut masih ada daerah khusus yang membatasi antara logam las dan daerah pengaruh panas, yang disebut batas las.

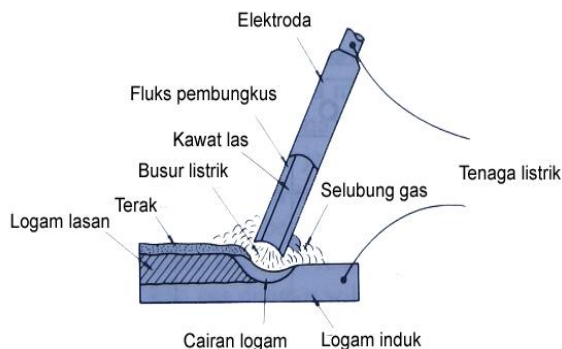
Siklus thermal las adalah proses pemanasan dan pendinginan di daerah lasan. Lamanya pendinginan dalam suatu siklus termal las sangat mempengaruhi kualitas sambungan. Karena itu banyak sekali usaha-usaha pendekatan untuk menentukan lamanya waktu pendinginan tersebut, maka diperlukan berbagai macam cara yang tepat untuk menghasilkan pengelasan yang baik dan sesuai dengan kebutuhan. Dalam penelitian ini media pendingin yang dipakai adalah pendinginan udara.

Las Elektroda Terbungkus

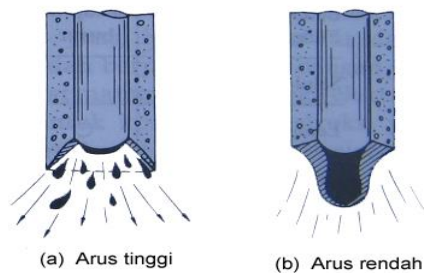
Pengelasan dengan las listrik elektroda terbungkus adalah cara pengelasan yang banyak digunakan pada masa ini.

Dalam gambar 3 dapat dilihat dengan jelas bahwa busur listrik terbentuk diantara logam induk dan ujung elektroda. Karena panas dan busur ini maka logam induk dan ujung elektroda tersebut mencair dan kemudian membeku bersama.

Proses pemindahan elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawah oleh arus listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik yang besar maka butiran logam yang terbawah menjadi halus seperti terlihat pada gambar 4a, sebaliknya bila arusnya kecil maka butirannya menjadi besar seperti terlihat pada gambar 4b.



Gambar 3. Las dengan elektroda terbungkus



Gambar 4. Pemindahan Logam Cair

Pola pemindahan logam cair sangat mempengaruhi sifat mampu las dari logam. Untuk pemindahan dengan butiran halus akan menjadikan logam las mempunyai sifat mampu las yang tinggi. Sedangkan pola pemindahan itu sendiri dipengaruhi besar kecilnya arus dan juga komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Selama proses pengelasan, bahan fluks yang membungkus elektroda mencair dan membentuk retak yang menutupi logam cair yang terkumpul pada

sambungan dan berbagai penghalang oksida. Ada juga bahan fluks yang tidak ikut terbakar tapi berubah menjadi gas yang juga berfungsi melindungi logam cair terhadap oksidasi dan memantapkan busur.

Fungsi Elektroda

Bagian yang penting dalam las busur listrik adalah elektroda las, selama proses pengelasan elektroda akan meleleh dan akhirnya habis. Jenis elektroda yang akan digunakan akan sangat menentukan hasil pengelasan, sehingga sangat penting untuk mengetahui jenis dan sifat masing-masing elektroda sebagai dasar pemilihan yang tepat. Dalam penelitian ini digunakan elektroda berselaput, yang terdiri berbagai inti dan zat pelindung atau fluks. Pelapisan fluks pada bagian inti dapat dilakukan dengan cara semprot atau celup.

Selaput yang ada pada elektroda jika terbakar akan menghasilkan gas CO_2 yang berfungsi untuk melindungi cairan las, busur las, sebagian benda kerja dari udara luar. Karena udara luar mengandung gas oksigen yang dapat mengakibatkan bahan-bahan las mengalami oksidasi, sehingga dapat mempengaruhi sifat mekanis dari logam yang dilas.

Selaput elektroda mempunyai fungsi antara lain :

- Mencegah terbentuknya oksida-oksida logam. Sewaktu proses pengelasan berlangsung.
- Membuat retak pelindung sehingga dapat mengurangi kecepatan pendinginan, hal ini bertujuan agar las yang terjadi tidak tegas dan rapuh.
- Menstabilkan terjadinya busur api dan mengarahkan nyala busur api sehingga mudah dikontrol.
- Membantu mengontrol ukuran dan frekuensi tetesan logam cair.

Fungsi dari elektroda mempunyai pengaruh terhadap hasil lasan, dalam penelitian jenis elektroda yang digunakan harus memperhatikan beberapa hal, antara lain :

- Jenis logam yang akan dilas
- Tebal bahan yang akan dilas
- Kekuatan mekanis yang diharapkan dari pengelasan

- Posisi pengelasan
- Bentuk kampuh benda kerja

Elektroda untuk pengelasan besi cor

Pemilihan elektroda juga sangat menentukan hasil pengelasan, oleh sebab itu

pemilihan elektroda harus didasarkan pada jenis, sifat logam induk serta kegunaan sambungannya.
(Klasifikasi jenis elektroda pada tabel 1.)

Tabel 1. Klasifikasi elektroda besi cor (JIS Z 3252 – 1976)

Klasifikasi	Komposisi Kimia (%)							
	C	Mn	Si	P	s	Ni	Fe	Cu
DFC Ni	1,8 maks	1,0 maks	2,5 maks	0,04 maks	0,04 maks	92 min	-	
DFC NiFe	2,0 maks	2,5 maks	2,5 maks	0,04 maks	0,04 maks	40-60	Sisa	
DFC NiCu	1,7maks	2,0 maks	1,0 maks	0,04 maks	0,04 maks	60 min	2,5 maks	25-35
DFC CI	1,0-5,0	1,9 maks	2,5-9,5	0,20 maks	0,04 maks	-	sisa	
DFC Fe	0,15 maks	0,8 maks	1,0 maks	0,03 maks	0,03 maks	-	sisa	

METODOLOGI

Bahan penelitian

- o Noken as sepeda motor standar.
- o Noken as sepeda motor yang sudah dimodifikasi dengan las dan dibentuk ulang.
- o Elektroda yang digunakan DFC NiFe.
- o Bahan etsa
- o Pasta poles

Alat-alat yang digunakan

- o Mesin las listrik
- o Mesin gerinda duduk dan mesin gerinda tangan
- o Amplas
- o Alat uji komposisi
- o Alat uji kekerasan (*Rockwell Hardness Tes* skala A)
- o Alat uji Keausan
- o Alat uji struktur mikro

Prosedur Penelitian

- o Noken as standar dilakukan uji komposisi, uji kekerasan, (Rockwell skala A), uji keausan, dan pengamatan struktur mikro.
- o Noken as standar tersebut dimodifikasi, dibentuk ulang sesuai dengan yang dikehendaki.
- o Modifikasi dilakukan dengan cara menggerinda bentuk noken as standar dan melakukan penambahan bentuk dengan penambalan menggunakan pengelasan.
- o Hasil modifikasi noken as dengan pengelasan tersebut dilakukan pengujian kembali, yang meliputi : pengamatan struktur mikro, pengujian keausan dan kekerasan.
- o Kedua hasil pengujian dan pengamatan tersebut dibandingkan sifat fisis dan mekanisnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian komposisi, kekerasan dan keausan rata-rata, terlihat pada tabel 2, 3, dan 4 di bawah ini

Tabel. 2. Hasil pengujian komposisi

No.	Unsur	Titik I (%)	Titik II (%)	Titik III (%)	Rata-rata (%)
1	Fe	87,30	90,20	89,66	89,05
2	C	> 4,584	> 4,584	>4,584	>4,584
3	Si	1,557	1,614	1,589	1,587
4	Mn	0,163	0,173	0,171	0,169
5	P	0,086	0,081	0,079	0,082
6	S	0,070	0,062	0,055	0,063
7	Ni	0,099	0,081	0,076	0,085
8	Cr	0,050	0,043	0,041	0,045
9	Mo	0,038	0,038	0,037	0,038
10	Cu	0,299	0,256	0,242	0,266

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekerasan

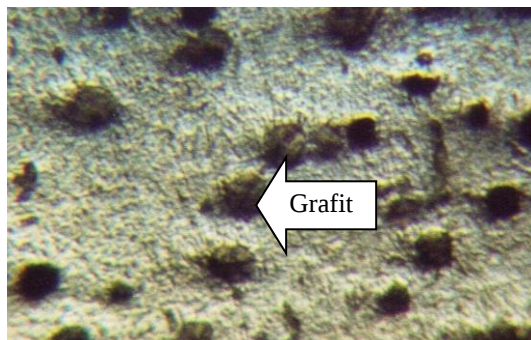
No.	Bahan uji	Daerah pengujian	Kekerasan (HR _A)
1	Noken as standart	Bahan Standart	75,3
2	Noken as modifikasi	Logam Induk	61
		Daerah HAZ	62,2
		Daerah Las	50,1

Tabel 4. Nilai keausan rata-rata

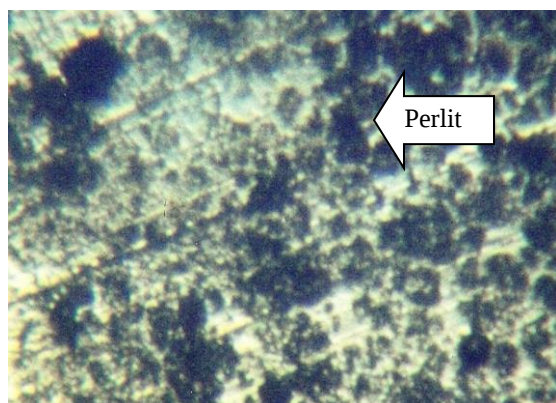
No.	Benda Uji	Total Rata-rata Keausan (gram/detik mm ²)
1	Noken as standar	$28,5 \times 10^{-6}$
2	Noken as modifikasi	38×10^{-6}

Hasil Pengujian Metalografi dan pengamatan struktur mikro

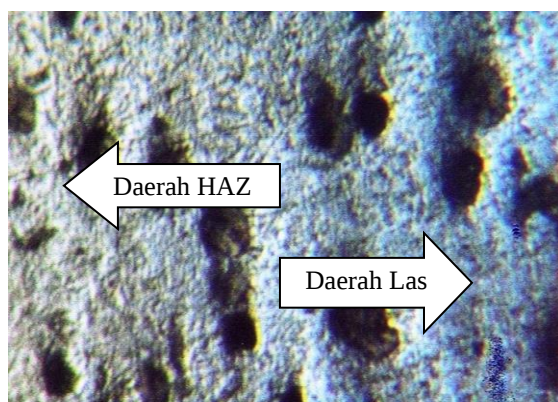
Hasil dari pengujian metalografi adalah berupa foto-foto struktur mikro dari benda uji sebelum pengelasan dan sesudah pengelasan dengan pembesaran 100x (lihat gambar 5, 6, dan 7).



Gambar 5. Benda Uji Logam diperbesar 100x.



Gambar 6. Daerah HAZ Diperbesar 100x.



Gambar 7 . Daerah Las Diperbesar 100x

Pembahasan Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian komposisi jumlah rata-rata prosentase unsur kandungan C = > 4,584 %, Si = 1,587 %, Mn = 0,169 %, P = 0,082 %, S = 0,063 %, dan Cr = 0,045 %, dari hasil pengujian noken as standar termasuk dalam jenis besi cor nodular, struktur grafitnya berbentuk bulat. Besi cor nodular juga mempunyai sifat yang ulet, ketahanan terhadap korosi dan panasnya baik

Hasil dari pengamatan struktur mikro pada masing-masing benda uji tampak terlihat struktur mikro pada benda uji tanpa pengelasan adalah grafit, butir grafitnya lebih rapat dan halus dibandingkan dengan logam induk pada pengelasan.

Hasil pengujian daerah HAZ mempunyai nilai kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan daerah logam induk maupun daerah las. Struktur mikro pada daerah terpengaruh panas (HAZ) pada pengelasan terdapat perubahan perlit lebih halus. Hal ini karena dipengaruhi oleh panas pada saat proses pengelasan. Masukan panas yang tinggi berpengaruh terhadap ukuran butir yang terbentuk, dengan butir yang halus maka kekuatan dan kekerasannya menjadi tinggi.

Jika dibandingkan dengan noken as merk standar, noken as modifikasi mempunyai nilai laju keausan yang lebih tinggi dan kekerasannya lebih rendah dibandingkan dengan merk standar. Struktur mikro noken as modifikasi pada daerah grafitnya berbentuk flake dan terdapat lubang-lubang kasar, ini terbentuk karena masukan panas selama proses pengelasan dan ketidak homogenan antara elektroda dan bahan dasar, hal ini menyebabkan kekuatan atau kekerasan daerah las kurang baik dibanding daerah HAZ dan daerah logam induk

KESIMPULAN

1. Hasil pengujian kekerasan noken as merk standar lebih tinggi 30 % dibanding dengan noken as merk modifikasi, hal ini dipengaruhi struktur mikro noken as merk standar berbentuk grafit lebih rapat dan halus dibandingkan modifikasia.

2. Noken as modifikasi ketangguhannya lebihrendah dari standar, hanya cocok untuk keperluan kompetisi balap (*drag race*), sedangkan untuk aktifitas sehari-hari kurang disarankan.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Gatot Bintoro, 2000. *Dasar-Dasar Pekerjaan las*. Cetakan Pertama, Kanisius Yogyakarta.
- Hari Amanto dan Daryanto, 1999. *Ilmu Bahan*. Cetakan pertama, PT Bumi Perkasa Jakarta.
- Harsono Wiryosumarto dan Thosie Okumura, 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Pradnya Paramita Jakarta.
- Lawrence H. V. V.dan Sriati Djaprie, 1991. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Erlangga Jakarta.
- RS. Northop, 2006. *Teknik Reparasi Sepeda Motor*. Cetakan Kedelapan, Pustaka Grafika, Bandung.
- Sriwidharto, 2003. *Petunjuk Kerja Las*. Cetakan Kelima, Pradya Pramita Jakarta.
- Wiranto Aris Munandar, 1988. *Motor Bakar Torak*. Cetakan Kesatu, ITB Bandung.
- W. Kenyon, 1985. *Dasar-Dasar Pengelasan*. Erlangga, Jakarta.