

## PEMBUATAN ALAT PERAGA MOTOR BAKAR 4-LANGKAH UNTUK MENDUKUNG PEMBELAJARAN SISTEM KBK

Mahros Darsin

***Abstract.** In implementing competence based curriculum it needs support of resources, one of them is laboratory equipment. Mechanical engineering students should understand how the engine run, what its components and how is ignition work. Theoretical study could not make them fully understood, whereas to mount and dismount an engine block is time consuming and costly. The moderate way to understand them is by observing a model of gasoline engine. The project aim is to design and to manufacture a used 4-stroke block engine motorcycle being a model. Design considerate that the model should able to show how is an engine works, how the work of ignition, and what are components of transmission. Manufacturing consideration is that the engine block should not machine the bearing and supporting posts. Manufacturing of engine block was carried out at machining laboratory by an-5mm end mill. Assembling the component to the machined block shows that the model can fulfill the requirements.*

*Key words:* model, 4-strokes gasoline engine

### LATAR BELAKANG

Penyusunan kurikulum berbasis kompetensi (KBK) harus memperhatikan scientific vision dan signal market serta. Selain itu, program studi hendaknya mempersiapkan dengan fasilitas pendukung lainnya seperti persyaratan akademis dosen, sistem pembelajaran, kesiapan tenaga tata usaha, teknisi, pustakawan, model pembelajaran (SCL), serta sistem asesmen dan evaluasi (Purnomo, 2006).

Untuk keberhasilan penerapan sistem KBK salah satu pendukung utamanya adalah sarana praktikum. Sebagai program studi yang baru berdiri, tentunya masih banyak kekurangan berbagai sarana laboratorium. Tetapi kekurangan tersebut hendaknya memunculkan kreativitas terutama bagi pengajarnya.

Definisi kompetensi adalah seperangkat tindakan cerdas dan penuh tanggung jawab yang dimiliki seseorang sebagai syarat untuk dianggap mampu oleh masyarakat dalam melaksanakan tugas-tugas di bidang pekerjaan tertentu (Keputusan Mendiknas nomor 045/U/2002). Kompetensi lulusan suatu PS terdiri dari kompetensi utama, kompetensi

pendukung, dan kompetensi lain yang bersifat khusus serta gayut dengan kompetensi utama (anonim, 2006).

Salah satu kompetensi utama mahasiswa mesin adalah memahami bagaimana kerja sebuah mesin, baik berbahan bakar bensin maupun diesel. Dalam hal ini, mahasiswa harus mampu memahami bagaimana kerja mesin 4-langkah dan 2-langkah. Selain itu mahasiswa harus memahami sistem pengapian mesin dan komponen transmisi mesin. Kompetensi tersebut ternyata sulit dibangun hanya melalui kajian teoritis (studi pustaka). Dalam KBK pemahaman dengan capaian di atas 90% akan diperoleh dengan *doing the real thing* (Gani, 2006). Pada kasus motor bakar berarti mahasiswa harus membongkar pasang sebuah blok mesin. Cara tersebut tidak efektif dari segi waktu dan biaya. Jalan tengah yaitu dengan mengamati kerja sebuah motor bakar dalam bentuk alat peraga yang dimodifikasi sedemikian rupa dari blok mesin asli.

## **RUMUSAN MASALAH**

Saat ini, alat peraga motor bensin yang ada di laboratorium Konversi Energi Jurusan Mesin, tidak menunjukkan konstruksi dalamnya. Hal ini mengakibatkan kesulitan pada mahasiswa antara lain adalah harus membongkar terlebih dahulu sebelum mempelajarinya. Setelah dilakukan pembongkaran mekanismenya tidak bisa dipraktekkan secara langsung (karena tidak bisa bergerak), sehingga hanya tahu bagiannya saja. Selain itu mahasiswa akan kesulitan untuk pemasangan kembali setelah dilakukan pembongkaran.

Modifikasi blok mesin yang ada melalui pemesinan menjadi sebuah alat peraga akan memudahkan mahasiswa untuk menjalankannya dan mengetahui konstruksi serta mekanismenya. Selain itu juga tidak akan kesulitan untuk memasang rumah mesin karena tidak ada pembongkaran.

## **BATASAN MASALAH**

Penelitian ini membatasi pada perancangan dan pemesinan blok mesin motor bensin 4 langkah. Blok mesin yang dimodifikasi adalah mesin Honda 90 cc dengan sistem pengapian platina.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Motor Bensin

Motor bensin (*Spark Ignition Engines*) dilengkapi dengan busi dan karburator. Busi menghasilkan loncatan api listrik yang menyalakan campuran bahan bakar dan udara. Karburator ialah tempat pencampuran bahan bakar dengan udara. Pencampuran tersebut terjadi karena bahan bakar terisap masuk ke dalam karburator.

Campuran bahan bakar dan udara yang terjadi itu sangat mudah terbakar. Campuran tersebut kemudian masuk ke dalam silinder yang dinyalakan oleh loncatan api listrik dari busi, menjelang akhir langkah kompresi.

Menurut Arismunandar (1998) pembakaran bahan bakar – udara ini menyebabkan mesin menghasilkan daya. Di dalam siklus otto (ideal) pembakaran tersebut dimisalkan sebagai pemasukan panas pada volume konstan.

### Prinsip Kerja Mesin 4 Langkah

Proses pembakaran di dalam motor bensin 4 langkah terjadi secara periodik dengan langkah-langkah sebagai berikut:

#### a. Langkah Penghisapan

Torak bergerak dari TMA ke TMB, katup masuk terbuka, katup buang tertutup, campuran bahan bakar dengan udara yang telah tercampur di dalam karburator, masuk dan dihisap ke dalam silinder.

#### b. Langkah Kompresi/ Penekanan

Torak bergerak dari TMB ke TMA, katup masuk dan katup buang kedua-duanya tertutup sehingga gas yang telah dihisap tadi tidak dapat keluar pada waktu ditekan oleh torak, yang mengakibatkan tekanan gas akan naik sambil mengeluarkan panas. Beberapa saat sebelum torak mencapai TMA, busi mengeluarkan percikan bunga api listrik. Gas/bahan bakar yang telah mencapai tekanan tinggi tadi terbakar.

#### c. Langkah Kerja / Pengembangan

Saat ini kedua katup masih dalam keadaan tertutup, gas yang terbakar tadi dengan temperatur dan tekanan yang tinggi akan mengembang kemudian menekan dan memaksa torak turun kebawah (dari TMA ke TMB). Saat inilah pertama kali tenaga panas (kalori) dirubah menjadi tenaga bergerak/mekanis. Tenaga ini disalurkan melalui batang penggerak dan oleh poros engkol dirubah menjadi gerak berputar.

#### d. Langkah Pembuangan

Katup buang terbuka, katup masuk tertutup, torak bergerak dari TMB ke TMA. Gas-gas sisa pembakaran terdorong oleh torak keluar melalui katup buang menuju udara bebas (Anonim, 1992).

### **Sistem Penyalaan**

Untuk membangkitkan loncatan listrik antara kedua elektrode busi diperlukan perbedaan tegangan yang cukup besar.

Besarnya tegangan yang diperlukan tergantung beberapa faktor berikut:

- a. Perbandingan campuran bahan bakar – udara.
- b. Kepadatan campuran bahan bakar – udara.
- c. Jarak antara kedua elektrode serta bentuk elektrode.
- d. Jumlah molekul campuran yang terdapat diantara kedua elektrode.
- e. Temperatur campuran dan kondisi operasi yang lain.

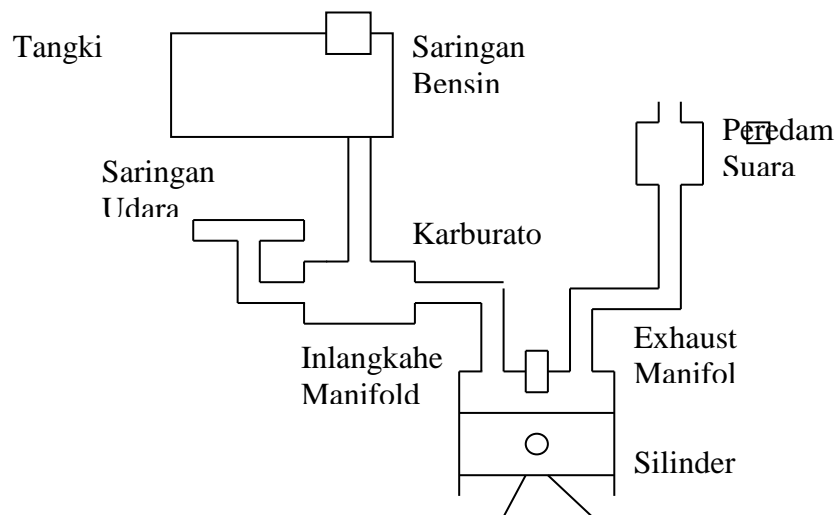
Perbandingan campuran bahan bakar – udara dapat berkisar antara 0,06 – 0,12. Untuk menyalakan campuran bahan bakar – udara yang miskin diperlukan perbedaan tegangan yang relatif lebih besar dari pada untuk campuran yang kaya. (Arismunandar, 1988).

### **Sistem Aliran Bahan Bakar**

Bahan bakar disaring masuk ke dalam tangki kemudian mengalir menuju ke karburator untuk memenuhi jumlah bahan bakar yang harus tersedia di dalam karburator, seperti pada gambar 2.

Sebelum masuk ke dalam silinder, udara mengalir melalui karburator yang mengatur pemasukan, pencampuran dan pengabutan bahan bakar ke dalam arus udara sehingga diperoleh perbandingan campuran yang sesuai dengan keadaan beban dan kecepatan poros engkol.

Penyempurnaan pencampuran bahan – bakar tersebut berlangsung, baik di dalam saluran isap maupun di dalam silinder sebelum campuran itu terbakar. Campuran itu haruslah homogen serta perbandingannya sama pada silinder. Setelah pembakaran, gas hasil dari pembakaran keluar melalui exhaust manifold menuju ke peredam suara (Anonim, 1997).



*Gambar 1. Skema suatu sistem penyaluran bahan bakar (Sumber: Anonim, 1997).*

**Proses Pemesinan**

Proses pemesinan yang ada dalam dunia industri antara lain proses pembubutan, proses pefraisan, proses penyekrapan, proses penggerindaan, proses pengeboran, proses penggergajian dan proses pengelasan. Akan tetapi dalam penelitian ini proses pemesinan yang dilakukan hanya proses pengefraisan, proses penggerindaan, proses penggergajian dan proses pengelasan.

Mesin frais adalah mesin perkakas untuk mengerjakan atau menyelesaikan suatu benda kerja dengan menggunakan pisau frais (cutter) sebagai pahat penyayat yang berputar pada sumbu mesin. Mesin frais termasuk mesin perkakas yang mempunyai gerak utama berputar, pisau frais dipasang pada sumbu/arbor mesin yng didukung dengan alat pendukung arbor. Jika arbor mesin berputar melalui suatu putaran motor listrik maka pisau ikut berputar. Arbor mesin dapat berputar kekanan atau kekiri sedangkan banyaknya putaran diatur sesuai dengan kebutuhan.

Jumlah putaran yang digunakan tergantung dari kecepatan potong dan diameter pisau. Kecepatan potong pisau frais adalah jarak yang ditempuh oleh salah satu gigi dalam meter/menit. Biasanya putaran pisau frais (n) dihitung menurut rumus sebagai berikut (Kalpakjian, 2001.).

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

V = Kecepatan potong (meter/menit)

d = Diameter pisau (mm)

n = putaran spindle frais

Pada penelitian ini untuk menyambung konstruksi dudukan rangka digunakan pengelasan. Mengelas adalah salah satu cara menyambung logam dengan menggunakan panas. Tenaga panas diperlukan untuk memanaskan bahan dasar yang akan disambungkan dan kawat las sebagai bahan pengisi. Pada proses las cair bahan dasar dan kawat las dipanaskan hingga ke-duanya mencair dan terpadu satu sama lain. Pada las pateri, hanyalah bahan pengisi yang dicairkan sedangkan bahan dasarnya dipanaskan sampai temperatur cair bahan pengisi tersebut. Proses las tempa kedua bagian yang akan disambungkan dipanaskan sampai keadaan pijar kemudian keadaannya diberikan tekanan (De Garmo, 1997).

## **METODE PENELITIAN**

### **Bahan dan Alat**

1. Mesin motor bensin 4 langkah, dengan merk Honda 90 cc
2. Baterai kering 2 buah
3. Lampu 1,5 volt
4. Gergaji tangan dan mesin
5. Gerinda
6. Mesin frais
7. Kabel
8. Pahat END Mill  $\phi$  20 mm
9. Beton esser untuk dudukan

### **Langkah – langkah dalam penelitian ini adalah :**

1. Perancangan Proses Manufaktur

Dari studi kepustakaan dan studi lapangan tersebut dapat dirancang pemesinan. Dalam penelitian ini proses yang dirancang adalah: bagian mesin yang akan dipotong, mesin/alat yang digunakan, dan proses pemesinan. Prosedur, parameter dan pahat untuk memesin menggunakan mengikuti Kalpakjian (2001).

2. Manufaktur

Proses manufaktur merupakan pengerjaan pemesinan blok mesin, pembuatan rangka untuk dudukan mesin serta pembuatan model system pengapian.

## a. Motor bakar:

- Mengerjakan pemotongan dari rumah mesin motor bensin.
- Mesin yang digunakan adalah mesin milling
- Pahat yang dipakai adalah END Mill

## b. Rangka:

- Pembuatan landasan dengan bahan dari plat
- Penyambungan pipa dengan landasan dan mesin menggunakan pengelasan
- Penyambungan landasan dengan mesin menggunakan baut

## c. Sistem Pengapian

- Penggantian busi dengan lampu
- Sistem pengapiannya menggunakan platina

## 3. Perakitan Alat

Memasang kembali bagian yang telah dilepas saat proses pemesinan dalam pengerjaan pemotongan.

## 4. Uji Coba

## a. Cara pengujian dilakukan dengan memutar engkol starter sehingga:

- Torak bergerak translasi
- Poros engkol mengubahnya menjadi gerak rotasi
- Dari poros engkol putaran diteruskan ke mekanisme penggerak katub melalui sproket, diteruskan ke noken ash dan menggerakkan katub.
- Untuk pengapian, ketika langkah kompresi torak bergerak dari TMA ke TMB dan beberapa derajat sebelum TMA, lampu menyala.

## b. Tolok ukur keberhasilan :

- Dapat menunjukkan kontruksi dari motor bensin setelah dipotong.
- Mekanisme kerja dari motor bensin dapat berjalan setelah dipotong antara lain:
  - Mekanisme pembukaan katub sesuai dengan gerakan torak
  - Katup hisap terbuka ketika langkah isap, torak bergerak dari TMA ke TMB.
  - Katub buang terbuka ketika langkah buang, torak bergerak dari TMB ke TMA.
- Pengapian bisa ditunjukkan melalui penggantian busi dengan lampu.

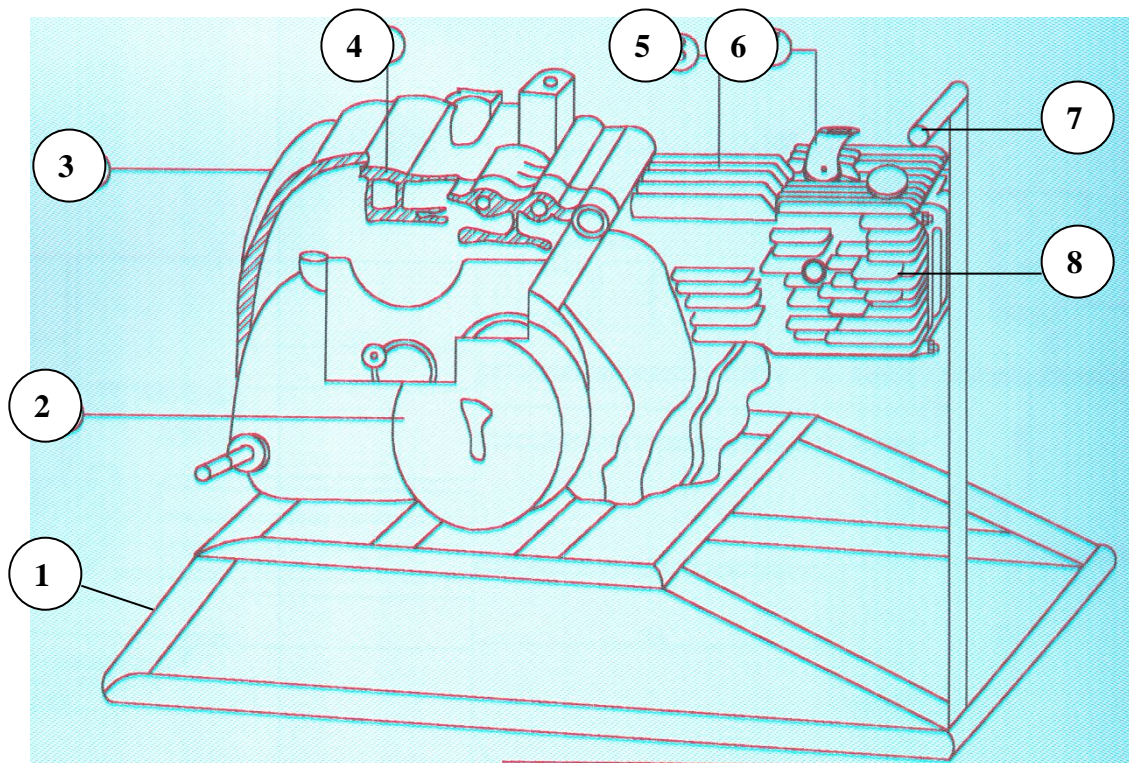
## Tempat

Tempat pelaksanaan pembuatan adalah di laboratorium motor bakar, laboratorium kerja bangku dan plat, serta laboratorium pemesinan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komponen Utama

Komponen utama hasil perancangan dan manufaktur adalah berupa sebuah mesin empat langkah yang sudah dipotong bagian rumahnya untuk memperlihatkan komponen dan mekanisme kerja sebuah mesin (gambar 3). Mesin ini ditumpu pada sebuah rangka. Mekanisme kerja mesin digerakkan melalui pedal kaki (kick starter) yang telah diganti engkol yang digerakkan dengan tangan (tidak tampak pada gambar).



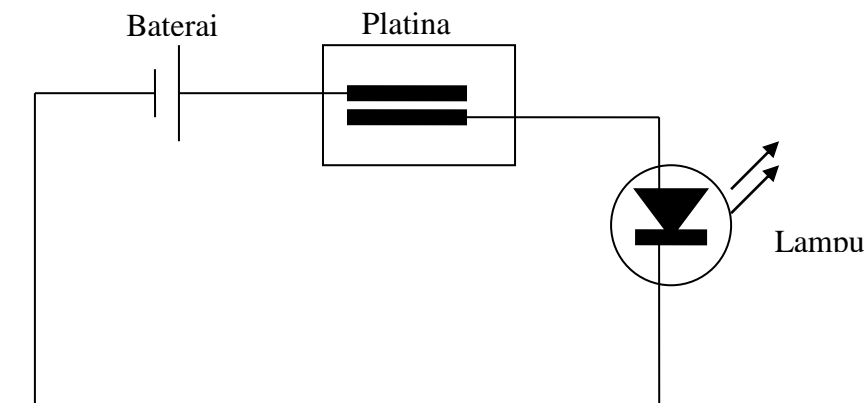
Gambar 2. Gambar tiga dimensi alat peraga motor bakar 4 langkah (1) rangka penyangga, (2) blok samping kanan, (3) blok belakang (4) blok atas, (5) silinder blok, (6) intake manifold, (7) handle pemegang, (8) kepala silinder

### Rangkaian Kelistrikan

Sistem kelistrikan diperlukan untuk membangkitkan loncatan listrik antara kedua electrode busi. Pada alat peraga ini kerja busi diganti dengan sebuah lampu LED (light emitting dioda) yang dirangkai ke platina kemudian ke sumber tegangan. Rangkaian ini disusun mengikuti Wollard (1999). Sebagai sumber tegangan



digunakan baterai kering 1,5 volt yang dirangkai parallel (gambar 4). Generator asli dari motor tidak dimanfaatkan karena apabila sumber tegangan dihubungkan ke generator sebelum ke platina, lampu tidak menyala.



Gambar 3. Sistem pengapian alat peraga motor 4 langkah

### Unjuk kerja alat peraga

Pengujian mekanisme kerja alat dilakukan dengan menggerakkan poros engkol. Dengan memberikan sedikit pelumasan, mekanisme kerja motor bakar dapat dilihat dengan jelas, langkah penghisapan, kompresi, pengembangan dan pembuangan. Selain itu komponen transmisi dan pergerakannya dapat dilihat dengan jelas.

Pengujian terhadap sistem transmisi mengalami sedikit kendala karena komponen mesin banyak yang aus, seperti roda gigi pertama, *clow ratio*, dudukan gigi I, ring pada gigi primer serta as *persneling*. Modifikasi diberikan dengan pemberian ring tambahan pada roda gigi I, pengelasan as *persneling* dan pemberian *spie* sebagai pengganti as pengait *clow ratio*.

Pada pengujian terhadap sistem pengapian, ketika poros engkol digerakkan, lampu pengganti busi hidup, namun tidak sebagaimana mestinya, yaitu lampu mati pada saat seharusnya ia hidup. Perbaikan dilakukan dengan mengubah jarak (gap) pada platina sampai didapat lampu menyala  $10^\circ$  sebelum titik mati atas (TMA) pada langkah kompresi. Sehingga alat peraga ini ketika cam berputar dua kali lampu LED hanya menyala sekali (dalam sekali siklus), persis seperti keadaan motor bensin empat langkah sebenarnya.

Selanjutnya ringkasan hasil pengujian terhadap alat peraga yang telah dibuat disajikan pada table 1.

Table 1. Rangkuman Pengujian Alat Peraga

No	Pengujian		Hasil pengujian		Ket.
	Sistem Uji	Bagian Uji	Berfungsi	Tidak berfungsi	
1	Mekanisme kerja: a. Langkah hisap  b. Langkah kompresi  c. Langkah ekspansi  d. Langkah buang	- torak dari TMA ke TMB	√	-	
		- katub hisap terbuka	√	-	
		- katub buang tertutup	√	-	
		- torak dari TMB ke TMA	√	-	
		- katub hisap tertutup	√	-	
		- katub buang tertutup	√	-	
		- lampu LED (busi) menyala ketika torak 10° sebelum TMA			
		- torak dari TMA ke TMB	√	-	
		- katub hisap tertutup	√	-	
		- katub buang tertutup	√	-	
		- torak dari TMB ke TMA	√	-	
		- katub hisap tertutup	√	-	
		- katub buang terbuka	√	-	
		- torak dari TMA ke TMB	√	-	
		- katub hisap tertutup	√	-	
		2	Sistem pengapian	Pada langkah kompresi, torak bergerak dari TMB ke TMA dan 10° sebelum torak mencapai TMA, lampu	

		LED (busi) menyala			
3	Sistem transmisi	Pemindahan gigi dilakukan dengan menekan handle kopling lebih dahulu dan pedal persneling ditekan sampai terjadi perpindahan gigi	√	-	Kopling tidak berfungsi karena rumah mesin sebelah kanan sudah terpotong, sehingga tidak kuat menahan tekanan

## KESIMPULAN

Dari pengujian dapat disimpulkan bahwa alat peraga tersebut mampu menunjukkan mekanisme kerja motor 4 langkah, mekanisme system pengapian dan system transmisi sekaligus dengan cukup baik. Diharapkan alat peraga ini akan mampu meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam hal pemahaman tentang motor bensin 4 langkah.

Seberapa besar prosesntase kenaikan kephahaman mahasiswa terhadap motor bensin dengan adanya alat peraga ini perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan kuisisioner.

## DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_, 1992. "Pengetahuan Produk Sepeda Motor". PT. Astra Internasional, Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 1997. "Teknik Reparasi dan Perawatan Sepeda Motor". Bumi Aksara, Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 2006., "Pedoman Penyusunan Kurikulum Berbasis Kompetensi". Universitas Jember.
- Arismunandar, W. 1988. "Penggerak Mula: Motor Bakar Torak". ITB, Bandung.

De Garmo, E.P. , Black, J.T and Kohser, R.A., 1997. “*Material and Processes in Manufacturing*”. USA: Prentice-Hall International, Inc.

Ghani, A.A., 2006. “*Pembelajaran dalam Kurikulum Berbasis Kompetensi*”, Materi Lokakarya KBK dan SCL Universitas Jember tahun 2006.

Kalpakjian, 2001. “*Manufacturing Engineering and Technology*, 4<sup>th</sup>. Edition, Prentice Hall, Canada.

Purnomo, B.H., 2006. “*Panduan Lokakarya KBK dan SCL Universitas Jember tahun 2006*”.

Wollard, B., 1999. “*Elektronika Praktis*”. Terjemahan Kristono dari Practical Electronics. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.