

PEMBUATAN TAHANAN ASUT MOTOR INDUKSI TIGA FASA ROTOR BELIT (SLIP RING) 41,5 V AC 50 W SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MESIN ARUS BOLAK-BALIK MATERI STARTING MOTOR INDUKSI TIGA FASA

Dwi Aryono, Mislán

Pendidikan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: aryonodetil87@gmail.com

ABSTRAK

Pembuatan media pembelajaran ini dilatar belakangi dari hasil pengamatan di Laboratorium Konversi Listrik Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya. Dan dari hasil wawancara dengan Kasub Lab dan Teknisi terdapat perangkat motor induksi tiga fasa rotor belit (slip ring) 41,5V AC 50W sebanyak dua buah. Kekurangan dari perangkat tersebut berupa sistem pengasutan yang dimana pada permulaan mulai jalan atau lebih sering juga disebut starter motor, sehingga dilakukan langkah pengembangan dan percobaan untuk menyempurnakan perangkat tersebut dengan pembuatan media pembelajaran mesin arus bolak-balik. Pada penelitian ini dibuat perangkat pembelajaran berupa tahanan asut motor induksi tiga fasa rotor belit (Slip ring) 41,5 volt AC 50W. Pengembangan tahanan asut ini didasarkan pada media pembelajaran yang belum ada dan digunakan untuk praktikum pada Laboratorium Konversi Listrik Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development (R & D)* tetapi dalam penelitian ini tidak semua langkah digunakan, disesuaikan dengan tujuan dari penelitian. Sedangkan instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *tahanan asut*, lembar angket respon mahasiswa, dan tes untuk mahasiswa.

Efektivitas hasil belajar mahasiswa pada ranah kognitif didapatkan nilai rata-rata seluruh mahasiswa 87,00. Pada hasil kinerja psikomotor didapatkan nilai rata-rata seluruh mahasiswa 90,63. Apabila efektivitas hasil belajar pada ranah kognitif dan psikomotor dirata-rata, maka didapat keseluruhan efektivitas hasil belajar mahasiswa dengan nilai rata-rata 88,81, dan ketuntasan klasikal mencapai 100%, artinya nilai individu mahasiswa ≥ 75 kriteria ketuntasan minimal (KKM). Rating respon mahasiswa terhadap *tahanan asut* mencapai 76,94% dikategorikan sangat baik.

Kata kunci: Media pembelajaran, perangkat pembelajaran tahanan asut, penelitian pengembangan *Research and Development (R&D)*, Efektivitas hasil belajar mahasiswa.

ABSTRACT

Making instructional media background from observations in Conversion Laboratory Electrical Engineering Faculty of Electrical Engineering, State University of Surabaya. And from interviews with Kasub Lab Technician and devices are three-phase induction motor rotor bush (slip ring) 41.5 V AC 50W by the two. Disadvantages of these devices form the starting system which starts at the beginning of the street or more often called starter motors, so the pace of development and trials carried out to enhance the device with media creation machine learning alternating current. In this study, a learning device made prisoners asut three phase induction motor rotor bush (Slip ring) 41.5 volt AC 50W. Asut prisoners development is based on learning media that did not exist and used to practice on Conversion Laboratory Electrical Engineering Faculty of Electrical Engineering, State University of Surabaya.

The method used in this research is the Research and Development (R & D) in this study but not all measures used, adapted to the purpose of the research. While the instruments used in this study were prisoners asut, sheet student questionnaire responses, and tests for students.

Student learning outcomes in the cognitive domain score is the average of all students 87.00. Psychomotor performance results obtained on the average value of the entire student 90.63. If the learning outcomes in the cognitive and psychomotor averaged, the importance of the overall learning outcomes of students with an average value of 88.81, and classical completeness reaches 100%, meaning that the individual student score ≥ 75 minimum completeness criteria (KKM). Rating the response of students to achieve 76.94% asut prisoners categorized as very good.

Keywords: Instructional media, learning devices asut prisoners, research development Research and Development (R & D), student learning outcomes.

PENDAHULUAN

Media pembelajaran merupakan sarana untuk mempermudah siswa dalam memahami materi yang diberikan sehingga dengan media pembelajaran diharapkan proses pembelajaran dapat berjalan lebih baik dan hasil belajar siswa dapat meningkat.

Pada awalnya media hanya dianggap sebagai alat bantu mengajar guru. Alat bantu ini menekankan alat bantu visual misalnya gambar, obyek dan alat bantu lain yang dapat memberikan pengalaman konkret, motivasi belajar serta mempertinggi daya serap siswa. Pada perkembangannya, media pembelajaran tidak hanya menjadi alat bantu tetapi menjadi sebuah kebutuhan penting dalam proses pembelajaran (Karti Soeharto, 1996 : 7).

Dari hasil pengamatan di Laboratorium Konversi Listrik Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya. Dan hasil wawancara dengan Kasub Lab dan Teknisi terdapat perangkat motor induksi tiga fasa rotor belit (slip ring) 41,5V AC 50W sebanyak dua buah. Kekurangan dari perangkat tersebut berupa sistem pengasutan yang dimana pada permulaan mulai jalan atau lebih sering juga disebut starter motor, yaitu suatu komponen starting yang digunakan untuk menjalankan motor listrik. Sehingga dilakukan langkah pengembangan dan percobaan untuk menyempurnakan perangkat tersebut dengan pembuatan media pembelajaran mesin arus bolak-balik, diharapkan dapat membantu mahasiswa secara mudah mempelajari materi starting motor induksi tiga fasa.

Untuk membuat media yang baik, diperlukan sebuah kompetensi yang dilandasi pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang baik untuk membuat media. Adanya kompetensi ini bertujuan agar media yang dibuat dapat membantu proses pembelajaran. Tantangannya adalah bagaimana membuat media yang dapat memaksimalkan daya ingat terhadap materi yang diberikan. Dengan menggunakan media diharapkan mahasiswa dapat lebih fokus mengembangkan dan mengaplikasikan dari penguasaan materi starting motor induksi tiga fasa.

Dalam desain perangkat media pembelajaran ini menggunakan starting pada motor induksi tiga fasa yang identik dengan pengasutan, yaitu dengan jenis pengasutan lain yang dirancang dengan bentuk alat yang konvensional adalah dengan menggunakan peralatan-peralatan yang bersifat resistansi atau tahanan listrik untuk aplikasi starting pada motor induksi tiga fasa rotor belit (slip ring). Rangkaian pada pembuatan tahanan asut ini harus dipahami mulai dari jenis dan komponen dasar yang digunakan untuk pembuatan perangkat tahanan asut ini.

Berdasarkan dari latar belakang di atas, peneliti mengangkat judul "Pembuatan tahanan asut motor induksi tiga fasa rotor belit (slip ring) 41,5V AC 50W sebagai media pembelajaran mesin arus bolak-balik materi starting motor induksi tiga fasa". Sebagai aplikasinya dapat melengkapi peralatan praktikum yang ada di Laboratorium

Konversi Listrik Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan. Pada penelitian ini dibuat media pembelajaran berupa *tahanan asut* untuk motor induksi tiga fasa rotor belit (Slip ring) 41,5 volt AC. Pembuatan *tahanan asut* ini didasarkan karena media pembelajaran berupa *tahanan asut* yang belum ada, karena digunakan untuk praktikum pada lab konversi listrik Universitas Negeri Surabaya. *Tahanan asut* yang di buat ini dirancang sedemikian rupa sehingga pada *tahanan asut* ini proses kerjanya menggunakan komponen pengendali yaitu berupa Variabel Resistor (tahanan geser). Penelitian yang digunakan dalam pembuatan perangkat ini adalah mengadakan eksperimen pada motor induksi tiga fasa rotor belit (Slip ring) 41,5 V AC 50 W di Laboratorium Konversi Listrik Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya yaitu :

1. Pembuatan *tahanan asut* sistem tab pada motor induksi tiga fasa rotor belit (Slip ring) 41,5 V AC 50 W.
2. Pengoperasian motor induksi tiga fasa rotor belit (Slip ring) 41,5 V AC 50 W dengan menggunakan power supply tiga phase 41,5 V AC.
3. Objek atau sasaran percobaan adalah menggunakan motor induksi tiga fasa rotor belit (Slip ring) dengan spesifikasi data plat berikut:

a. Model	: Betts electric motor
b. Tegangan	: 41,5 V AC
c. Daya Motor	: 50 W
d. Putaran Nominal	: 1418 rpm
e. Phase	: 3 phase

Model pembelajaran langsung merupakan model pembelajaran yang dirancang terstruktur dengan baik dan dapat dikerjakan langkah demi langkah. Model pembelajaran langsung tidak mempunyai tujuan untuk mengembangkan keterampilan sosial dan berfikir tingkat tinggi. Langkah-langkah model pembelajaran langsung yang diusulkan oleh Slavin (dalam Muhammad Nur. 1994:67) yaitu: (1) Menyatakan tujuan pembelajaran dan memotivasi siswa; (2) Meninjau ulang pengetahuan prasyarat; (3) Menyajikan pengetahuan baru; (4) Memberi latihan terbimbing; (5) Mengakses kinerja dan memberi umpan balik; dan (6) Memberi latihan lanjutan.

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development (R&D)*, artinya metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tersebut (Sugiyono, 2010:409).

Tahap pada penelitian ini menggunakan tujuh tahap ditambah tahap analisis dan pelaporan. Tahap analisis dan

pelaporan merupakan analisis dari tahap pertama sampai tahap keenam.

(Riduwan, 2011:40)

Dalam langkah-langkah penelitian *Research and Development (R&D)*, pada tahap selanjutnya sampai tahap ke sepuluh belum dilakukan penelitian ini, karena pada tahap tersebut merupakan penelitian dalam ruang lingkup skala luas, sedangkan pada penelitian ini hanya pada ruang lingkup skala kecil yang terbatas dan tidak diproduksi masal. Tahapan-tahapan penelitian tersebut adalah tahap potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, analisis dan pelaporan.

1. Tahap potensi dan masalah
2. Tahap pengumpulan data
3. Tahap desain perangkat
4. Penelitian dalam skala kecil
5. Perencanaan
6. Tahap uji coba perangkat
7. Tahap analisis dan pelaporan

Metode Analisis Data

1. Analisis Penilaian Validator

Dari hasil lembar validasi dapat diketahui kelayakan media yang telah dibuat untuk diujicobakan. Penilaian untuk mengukur kelayakan media pembelajaran ini dilakukan dengan memberikan tanggapan dengan kriteria sangat baik, baik, tidak baik, sangat tidak baik.

a. Kriteria penelitian beserta bobot penilaiannya

Tabel. 1

Penilaian kualitatif	Penilaian kuantitatif	Bobot nilai
Sangat baik	76 – 100	4
Baik	51 – 75	3
Tidak baik	26 – 50	2
Sangat tidak Baik	0 – 25	1

b. Analisis penilaian validator

$$\Sigma \text{nilai tertinggi validator} = n \times p$$

(Riduwan, 2011:40)

Keterangan :

$\Sigma \text{ validator}$ = jumlah total nilai tertinggi validator.

n = jumlah banyaknya validator.

p = bobot nilai tertinggi penilaian kualitatif.

c. Menentukan skor validasi.

Adapun rumus yang digunakan :

Sangat baik $n \times 4$

Baik $n \times 3$

Tidak baik $n \times 2$

Sangat tidak baik $n \times 1$

$$\Sigma \text{ jawaban validator} \dots\dots\dots +$$

d. Hasil Rating.

$$\text{Nilai unjuk kerja} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100 \%$$

2. Data Hasil Belajar Mahasiswa

a. Penilaian kognitif

Analisis tes hasil belajar pada ranah kognitif bertujuan untuk mengetahui hasil belajar individu mahasiswa setelah diterapkan model pembelajaran langsung menggunakan *tahanan asut* motor induksi tiga fasa rotor belit (slip ring) 41,5V AC 50W pada sistem starting. Hasil belajar tersebut berhubungan dengan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM).

b. Penilaian Psikomotorik

Untuk mengetahui hasil belajar mahasiswa pada ranah psikomotor pada saat melaksanakan praktikum, dilakukan dengan menggunakan instrumen lembar pengamatan kinerja psikomotor mahasiswa. Pengamatan dilakukan oleh 2 orang pengamat. Bobot nilai yang diberikan pengamat berdasarkan rubrik yang terlampir pada lembar pengamatan.

c. Ketuntasan Belajar mahasiswa

Analisis ini untuk mengetahui masing-masing ketuntasan belajar setelah pembelajaran. Menurut Depdiknas (2003: 21) dalam (Ariantono, 2011:59). Secara individual mahasiswa telah tuntas belajar jika mencapai nilai $\geq 75,0$

3. Data Respon Mahasiswa

a. Penentuan ukuran penelitian beserta bobot nilainya

Tabel. 2

Penilaian Kualitatif	Penilaian kuantitatif	Bobot nilai
Sangat menarik	84 – 100	5
Menarik	68 – 83	4
Cukup menarik	52 – 67	3
Kurang menarik	36 – 51	2
Tidak menarik	20 – 35	1

b. Menentukan Jumlah Nilai Tertinggi Mahasiswa

$$\Sigma \text{ Nilai Max Responden} = n \times i_{maks}$$

Keterangan

n = Banyaknya mahasiswa

i_{maks} = Bobot nilai tertinggi penilaian kualitatif

c. Men + an Jumlah Jawaban Mahasiswa

$$\Sigma \text{ jawaban responden} = \sum_{i=1}^5 n_i \times i$$

Keterangan

i = Bobot penilaian kualitatif (1-5)

n = Banyaknya validator yang memilih nilai i

d. Hasil Rating (HR)

$$HR = \frac{\sum \text{jawaban responden}}{\sum \text{nilai responden}} \times 100\%$$

(Riduwan, 2008:13-15)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Pada bab ini akan disajikan deskripsi data sebagai berikut: hasil pengembangan *tahanan asut*, data hasil percobaan perangkat, perhitungan rancangan *tahanan asut*, hasil deskripsi data hasil validasi dan butir soal yang dilakukan oleh 3 dosen Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya. evaluasi hasil belajar mahasiswa pada ranah kognitif dan psikomotor, dan data respon mahasiswa.

a. hasil pengembangan *tahanan asut*

Pada penelitian ini produk yang dihasilkan berupa *tahanan asut* untuk pengasutan motor induksi tiga fasa rotor belit (slip ring) 41,5V AC 50W, yang dikembangkan berbentuk kerangka kotak aluminium berukuran 21 cm x 14 cm x 12 cm.



Gambar 1. Tahanan Asut

b. Hasil perhitungan perancangan tahanan asut.

E_2 adalah tegangan induksi rotor saat rotor berputar pada motor induksi (slip ring), diukur menggunakan voltmeter antara fasa dengan fasa sebesar 11,5 volt dan hambatan belitan rotor 0,75 Ω per fasa, untuk mencari tegangan per fasa dan I pada putaran nominal menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\frac{e_2}{\text{fasa}} = \frac{11,5}{\sqrt{3}} = 6,6395 \text{ Volt (tegangan per fasa)}$$

$$I = \frac{v}{R} = \frac{6,6395}{0,75} = 8,8526 \text{ Ampere (I}$$

putaran nominal)

Dapat diketahui tanpa tahanan asut I pada putaran nominal 8,8526 Ampere. Sehingga untuk perancangan pembuatan tahanan asut ini menggunakan material jenis kawat nickelin

dengan hambatan jenis $25 \times 10^{-7} \Omega \text{ m}$, panjang kawat penghantar sepanjang 6 meter, dan luas penampang $0,5 \text{ mm}^2$, sehingga didapat nilai hambatan yang sesuai dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

Diketahui: $l = 6 \text{ meter}$

$$A = 0,5 \text{ mm}^2 = 5 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

$$P = 25 \times 10^{-7} \Omega \text{ m}$$

Ditanyakan: $R = \dots?$

Penyelesaian: $R = \rho \frac{l}{A}$

$$= 25 \times 10^{-7} \times \frac{6}{5 \times 10^{-7}} = 30 \Omega$$

$$R_1 = r_2 = r \text{ rotor} + r \text{ asut} \quad i_2 = \frac{e_2}{r_2} / \text{fasa}$$

$$= 0,75 + 30 = \frac{6,6395}{30,75} = 0,2159 \text{ A}$$

$$= 30,75 \Omega$$

$$R_2 = r_2 = r \text{ rotor} + r \text{ asut} \quad i_2 = \frac{e_2}{r_2} / \text{fasa}$$

$$= 0,75 + 22,5 = \frac{6,6395}{23,25} = 0,2855 \text{ A}$$

$$= 23,25 \Omega$$

$$R_3 = r_2 = r \text{ rotor} + r \text{ asut} \quad i_2 = \frac{e_2}{r_2} / \text{fasa}$$

$$= 0,75 + 15 = \frac{6,6395}{15,75} = 0,4215 \text{ A}$$

$$= 15,75 \Omega$$

$$R_4 = r_2 = r \text{ rotor} + r \text{ asut} \quad i_2 = \frac{e_2}{r_2} / \text{fasa}$$

$$= 0,75 + 7,5 = \frac{6,6395}{8,25} = 0,8047 \text{ A}$$

$$= 8,25 \Omega$$

Jadi dari hasil analisis diatas perancangan tahanan asut menggunakan hambatan sebesar 30Ω dengan menggunakan pemilihan sistem bertahapan atau sering disebut dengan tab, dengan sitem tab maka pada tahap R1 nilai resistor maksimum terhadap torsi slip, sehingga untuk tahap berikutnya R2, R3 dan R4 nilai hambatannya semakin kecil. Dengan demikian pengaturan resistor rotor juga berfungsi mengatur putaran rotor dari putaran rendah saat tahap R1 menuju putaran nominal pada tahap R4.

2. Pembahasan

Pada pembahasan ini akan dijelaskan tentang hasil penelitian yang sudah dilakukan untuk menjawab rumusan masalah penelitian.

a. Hasil pengembangan tahanan asut

Pengembangan *tahanan asut* untuk motor induksi tiga fasa rotor belit (slip ring) 41,5V AC 50W yang dirancang menggunakan 3 buah tahanan, 5 saklar, yang dirakit menjadi satu dalam satu kerangka kotak aluminium berukuran 21 cm x 14 cm x 12 cm, sudah dapat digunakan untuk mengoperasikan pengasutan motor induksi tiga fasa rotor belit (slip ring) 41,5V AC 50W.

Hal ini menunjukkan bahwa tahanan asut ini sudah dapat difungsikan seperti pada umumnya untuk alat bantu pembelajaran mesin arus bolak-balik materi starting motor induksi tiga fasa.

b. Hasil Validasi

Setelah soal kognitif dan psikomotor selesai dibuat kemudian divalidasi pada 3 orang validator. Rata-rata prosentase rating penilaian validator terhadap butir soal mencapai rating **90,28%** atau dikategorikan **sangat baik**. Sehingga soal-soal tersebut sangat valid dan layak digunakan untuk diuji cobakan terhadap mahasiswa pada saat pembelajaran maupun pada saat praktikum pembelajaran mesin arus bolak-balik materi starting motor induksi tiga fasa.

c. Kelayakan Tahanan Asut

Agar *tahanan asut* disebut layak digunakan sebagai media pembelajaran mesin arus bolak-balik. *Tahanan asut* harus diuji cobakan terhadap mahasiswa D3 Teknik Listrik sebagai pengguna media pembelajaran mesin arus bolak-balik ini. Uji coba *Tahanan asut* sebagai starting motor induksi 3 fasa rotor belit (slip ring) pada mahasiswa akan didapatkan hasil belajar dan respon mahasiswa terhadap *tahanan asut* sebagai media pembelajaran

1) Hasil belajar Mahasiswa

Hasil belajar kognitif mahasiswa menunjukkan ketuntasan klasikal pada waktu test-1 berupa tes kognitif sebesar 100%, artinya nilai individu tiap siswa $\geq 75,0$. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran starting motor induksi 3 fasa menggunakan *tahanan asut* yang telah dikembangkan dapat membantu pemahaman mahasiswa terhadap materi.

Hasil belajar psikomotor mahasiswa menunjukkan ketuntasan klasikal berupa tes kinerja

psikomotor sebesar 100%, artinya nilai hasil belajar psikomotor tiap siswa $\geq 75,0$. Hal ini menunjukkan bahwa *tahanan asut* sebagai starting motor induksi 3 fasa rotor belit (slip ring) yang telah dikembangkan sangat membantu pemahaman dan keterampilan mahasiswa dalam merakit rangkaian starting pada motor induksi 3 fasa.

2) Respon Mahasiswa

Analisis hasil respon mahasiswa diperoleh data tentang pendapat mahasiswa terhadap tahanan asut. Dimana rating rata-rata respon mahasiswa terhadap *tahanan asut* sebagai starting motor induksi 3 fasa rotor belit (slip ring) mencapai **76,94 %**, serta pemahaman tentang media pembelajaran mencapai **77,32%**

Sehingga kelayakan *tahanan asut* ditinjau dari analisis hasil respon mahasiswa dikatakan **layak digunakan** karena respon mahasiswa terhadap *tahanan asut* sebagai starting motor induksi 3 fasa rotor belit (slip ring) rating responnya dikategorikan **sangat baik**

PENUTUP SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut :

1. Bahwa tahanan asut untuk motor induksi tiga fasa rotor belit (slip ring) 41,5V AC 50W yang dirancang menggunakan 3 buah tahanan, 5 saklar, yang dirakit menjadi satu dalam satu kerangka kotak aluminium berukuran 21 cm x 14 cm x 12 cm, dapat digunakan untuk mengoperasikan pengasutan motor induksi tiga fasa rotor belit (slip ring) 41,5V AC 50W.
2. Berdasarkan respon mahasiswa terhadap tahanan asut mencapai **76,94% (sangat baik)** dan hasil belajar mahasiswa dengan ketuntasan klasikal sebesar **100% (tercapai)**. tahanan asut untuk motor induksi tiga fasa rotor belit (slip ring) 41,5V AC 50W layak digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah mesin arus bolak-balik materi starting motor induksi tiga fasa.

SARAN

Berdasarkan hasil analisis dari data penelitian dan simpulan serta kondisi nyata penelitian selama di lapangan, maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan terobosan yang lebih kreatif lagi untuk mengembangkan tahanan asut pada motor induksi tiga fasa rotor belit sebagai media pembelajaran untuk mendukung proses

pembelajaran dan meningkatkan kompetensi mahasiswa.

2. Saat diujicobakan pada mahasiswa, yang diukur hanyalah hasil belajar mahasiswa pada ranah kognitif dan psikomotor saja, sebaiknya hasil belajar mahasiswa pada ranah afektif juga diukur untuk mengetahui efektifitas media pembelajaran pada aktifitas belajar mahasiswa saat pembelajaran berlangsung.

Riduwan. 2011. *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung. Alfabeta.

Rustaman. 2003. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Depdiknas Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Pendidikan Lanjutan Pertama.

Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.

DAFTAR PUSTAKA

Ariantoni. 2011. "Implementasi Microcontroller PIC26F877 Sebagai Programmable Logic Controller (PLC) Untuk Alat Bantu Pembelajaran PLC di SMK". Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Teknik Elektro Unesa.

Arifianto, Gatot. 2011. "Pembuatan Trainer dan Modul Mikrokontroler Aplikasi Laser Sebagai Kontrol Pengisian Pada Botol Air Mineral Di SMKN 3 Boyolangu Tulungagung". Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Teknik Elektro Unesa.

Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.

Arsyad, Azhar. 2009. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.

Edsa. 2011. *Pengasutan motor listrik*, (Online), (<http://www.pengasutan-motor-listrik.html>), Diakses 25 Agustus 2012 pukul 22.30).

Herman Dan Alrich. 1994, *Dasar Tenaga Listrik*, Jakarta. Gramedia.

Kardi dan Nur. 2010. *Model Pembelajaran Langsung*. Surabaya. University Press Unesa.

Margono, S. 2010. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Michael, Neidle, 1999, *Teknologi Instalasi Listrik*, Jakarta. Airlangga.

Mislan. 1993, *Mesin Tak Serempak*. Surabaya. PTE FPTK IKIP.

Nana Syaodih. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

(Online), (<http://www.logwell.com/tech/components/resistorvalues.html>), Diakses 10 Juni 2012 pukul 18.00)

(Online), (http://en.wikipedia.org/wiki/surface-mount_technology), Diakses 10 juni 2012 pukul 18.00)

