

## APLIKASI PLC OMRON CP1H SEBAGAI KONTROLER GENERATOR PADA PLTPH DESA WATUAGUNG KEC. TAMBAK KAB. BANYUMAS

**Priswanto, Hari Prasetyo, Hesti Susilawati, Daru Tri Nugroho**

Prodi Teknik Elektro Uns – Jl. Mayjend Sungkono Km.5 Purbalingga 53371

Email: prist\_02@yahoo.com

### Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) merupakan pembangkit dengan memanfaatkan tenaga air, yang diperoleh dari aliran air yang mengalir ke turbin untuk menggerakkan generator sehingga dapat menghasilkan energi listrik. Sebagian masyarakat desa Watuagung telah secara tradisional memanfaatkan potensi energi air dengan menggunakan turbin kayu, generator AC dan V-Belt. Namun demikian aplikasi PLTPH tersebut belum tertangani oleh teknologi yang tepat sehingga outputnya belum memenuhi prinsip kualitas tenaga listrik dan efisiensi yang baik. Sebagai bentuk solusi agar tegangan dan frekuensi yang dibangkitkan oleh PLTPH tetap stabil dalam range tertentu, dapat dilakukan dengan sistem *dummy load* yang secara otomatis akan terhubung menjadi beban apabila beban generator terputus atau debit air meningkat, dan akan terputus jika beban generator bertambah. Oleh karena itu pada kegiatan ini akan dilakukan aplikasi PLC omron CP1H sebagai kontroler generator.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi, eksperimental dan uji laboratorium, yang dilakukan melalui tahapan – tahapan sebagai berikut: (1)tahap persiapan, mengidentifikasi permasalahan yang ada pada sistem PLTPH; (2)tahap perencanaan, melakukan perencanaan secara detail teknologi sistem kontroler untuk pembangkit listrik tenaga piko hidro berdasarkan hasil pengkajian;(3) tahap simulasi, rangkaian kontroler generator dirancang dan diuji secara simulasi menggunakan software ISIS proteus 7 dan PLC simulator; (4)tahap perancangan dan pembuatan alat; (5)tahap pengujian dan pengambilan kesimpulan. Hasil pengujian sistem kontroler generator berbasis PLC menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dalam menstabilkan tegangan. Jumlah beban komplemen dapat di atur dengan mudah pada PLC karena jumlah I/O nya cukup banyak. Besarnya arus yang mengalir pada kapasitas beban komplemen 30% adalah 3,8Ampere yaitu pada daya beban 0,8361 kW. Nilai beban resistifnya adalah 57,8Ω.

**Kata kunci :** *kontroler generator, PLC, piko hidro*

### PENDAHULUAN

Salah satu wilayah di Kabupaten Banyumas yang belum terlistriki adalah di desa Watu Agung Kecamatan Tambak. Desa Watuagung yang dialiri sungai Curug memiliki potensi energi air sekitar 9,85 kW. Dengan potensi tersebut, sangat potensial untuk dikembangkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH). PLTPH merupakan sistem pembangkit listrik yang menggunakan sumber tenaga air dalam skala kecil dengan kapasitas dibawah 5 kW. Sebagian masyarakat desa Watuagung telah secara tradisional memanfaatkan potensi energi air dengan menggunakan turbin kayu, generator AC dan V-Belt. Namun demikian aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro tersebut belum tertangani oleh teknologi yang tepat sehingga outputnya belum memenuhi prinsip kualitas tenaga listrik dan efisiensi yang baik.

Gambaran pemanfaatan energi air untuk pembangkit listrik yang telah dilakukan oleh sebagian masyarakat desa Watuagung ditunjukkan pada Gambar 1.

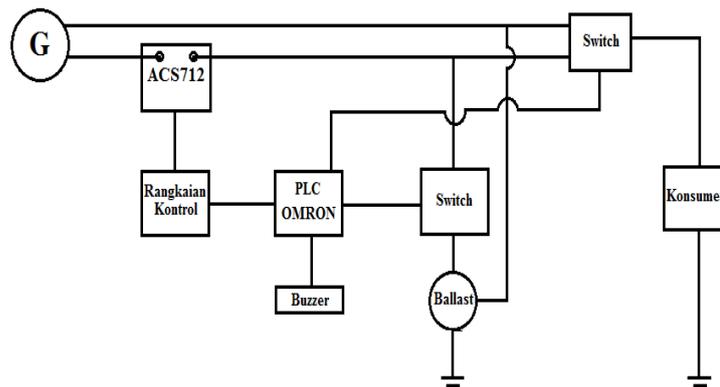


Gambar 1. Piko hidro yang digunakan masyarakat desa Watuagung

Oleh karena itu, melalui kegiatan ini dilakukan penerapan teknologi kontroller generator berbasis *Programmable Logic Controller* untuk mendukung pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro di Desa Watuagung Kec. Tambak, Kab. Banyumas

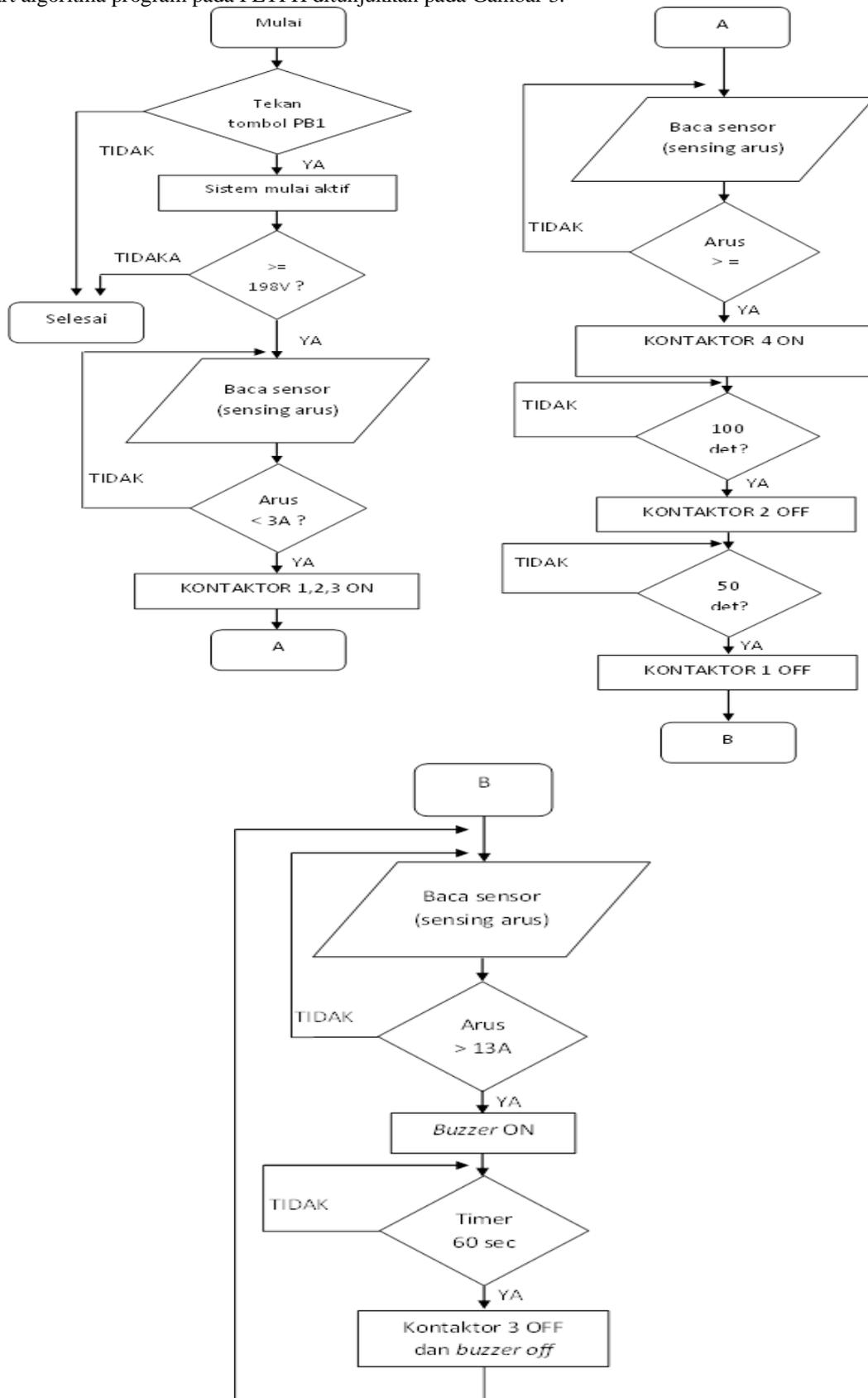
**METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi, eksperimental dan uji labolatorium. Desain kontroller generator dalam bentuk diagram blok ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain kontroller generator dalam bentuk diagram blok

Flowchart algoritma program pada PLTPH ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Algoritma pemrograman PLC pada sistem PLTPH

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Perancangan Sistem Kontrol PLTPH**

Secara umum, sistem kontrol PLTPH pada Gambar 4., terdiri dari beberapa bagian utama yaitu sensor arus ACS712, sensor tegangan, rangkaian komparator, dan PLC.

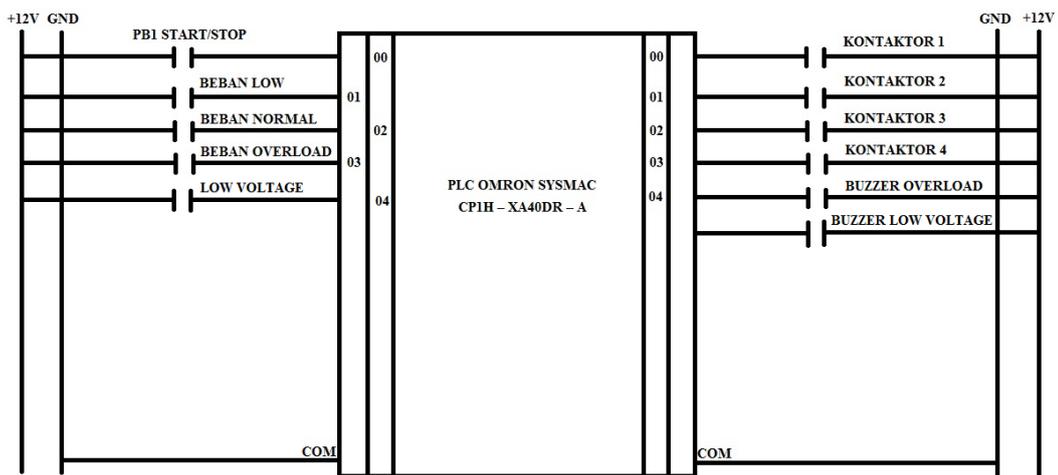


Gambar 4. Sistem kontrol PLTPH

Wiring diagram sistem dengan PLC ditunjukkan pada Tabel 1., dan Gambar 5.

Tabel 1. Pengalamatan sistem kontrol PLTPH pada PLC

INPUT	ALAMAT	OUTPUT	ALAMAT
PB1 START STOP	0.00	KONTAKTOR 1 (BEBAN KOMPLEMEN 1)	100.00
BEBAN LOW	0.01	KONTAKTOR 2 (BEBAN KOMPLEMEN 2)	100.01
BEBAN NORMAL	0.02	KONTAKTOR 3 (BEBAN KOMPLEMEN 3)	100.02
BEBAN OVERLOAD	0.03	KONTAKTOR 4 (BEBAN KONSUMEN)	100.03
SENSING VOLTAGE	0.04	BUZZER OVERLOAD	100.04
		BUZZER LOW VOLTAGE	100.05



Gambar 5. Wiring diagram sistem

Prinsip kerja sistem PLTPH tersebut adalah sebagai berikut :

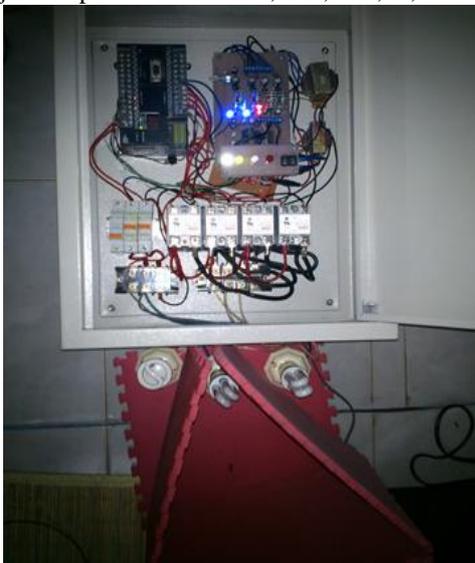
Sensor ACS712-20A akan mendeteksi perubahan arus yang terjadi pada keluaran generator, kondisi awal beroperasi, beban konsumen tidak aktif, hal ini menandakan bahwa sensor ACS712-20A akan mendeteksi perubahan arus sebesar 0A (2.5VDC), keluaran sensor arus akan dihubungkan dengan komparator dan dibandingkan dengan *set point*, keluaran komparator U1:A akan HIGH dan lainnya LOW, ini akan menyebabkan relay (RL1) *normally close* (ON) yang dihubungkan dengan input alamat 0.01 pada PLC, PLC akan mengaktifkan ketiga KONTAKTOR

(alamat 100.00, 100.01, 100.02) dan relay (RL4) *normally open* (OFF) yang dihubungkan dengan input alamat 0.04 (sensing voltage).

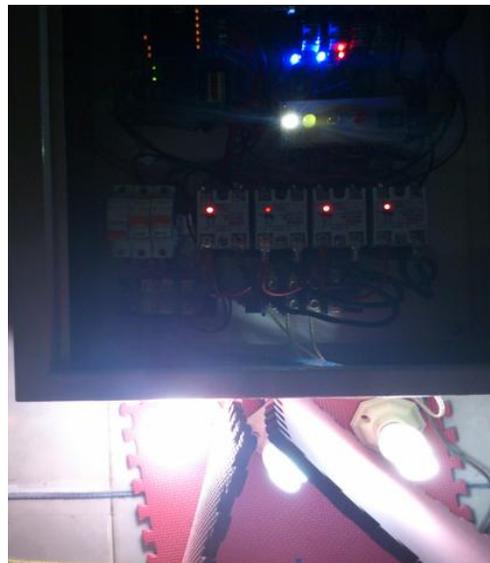
Ketika semua kondisi KONTAKTOR ON (ballast aktif) maka sensor ACS712-20A akan mendeteksi terjadinya perubahan arus dan dibandingkan dengan *set point* pada komparator, keluaran kedua komparator U1:A dan U1B akan LOW sehingga relay (RL2) *normally close* (ON) dan relay yang lainnya *normally open* (OFF), relay (RL2) dihubungkan dengan input alamat 0.02, PLC akan mengaktifkan KONTAKTOR 4 (alamat 100.03) mengindikasikan beban konsumen aktif (ON) dengan syarat alamat 0.04 dalam kondisi *normally open* (OFF), KONTAKTOR 1 akan *off* setelah 150 detik (T0001), dan KONTAKTOR 2 akan *off* setelah 100 detik (T0002).

Ketika sensor ACS712-20A mendeteksi terjadinya beban berlebih (*overload*) maka keluaran komparator U1:A LOW dan U1:B HIGH sehingga relay (RL3) *normally close* (ON) dan relay yang lainnya *normally open* (OFF), relay (RL3) dihubungkan dengan input alamat 0.03, PLC akan mengaktifkan *buzzer* (alamat 100.04) selama 60 detik, setelah 60 detik maka KONTAKTOR 3 akan *off*. Proses ini terus berlangsung dan akan berhenti jika tombol PB1 di non-aktifkan. Saat musim kemarau atau kondisi air yang masuk ke *prime over* atau turbin, sensing voltage akan mendeteksi terjadinya penurunan tegangan sehingga *buzzer low voltage* akan berbunyi dan KONTAKTOR 4 tetap terhubung selama 5 menit, setelah 5 menit sistem akan dinon-aktifkan, KONTAKTOR 4 dihubungkan secara parallel dengan saklar, sehingga saat sistem non-aktif maka saklar manual diaktifkan agar terhubung dengan sumber (generator).

Hasil Pengujian Sistem Kontrol PLTPH tersebut dengan menggunakan beban komplemen lampu di tunjukkan pada Gambar 6.1., 6.2., 6.3., 6.4 berikut :



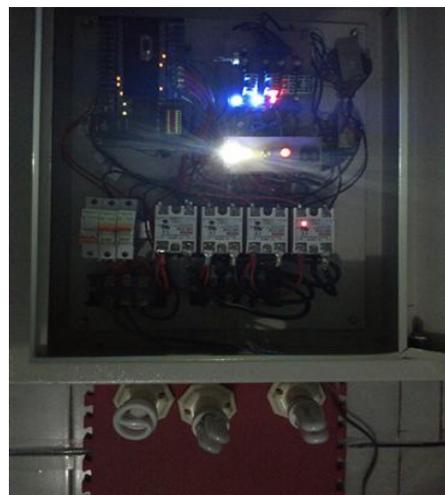
Gambar 6.1 Kondisi awal



Gambar 6.2 Kondisi normal



Gambar 6.3 Kondisi overload 1



Gambar 6.3 Kondisi overload 2

## Gambar 6. Hasil pengujian controller generator berbasis PLC

Penentuan besarnya kapasitas daya yang terbuang ke beban komplemen dapat ditentukan melalui besarnya arus yang melalui sensor ACS712 dan besarnya beban yang dipakai sebagai beban komplemen. Berdasarkan data-data hasil pengukuran spesifikasi teknis pada PLTPH Desa Watuagung (musim kemarau), diketahui; Konstanta gravitasi ( $k$ ) = 9.8 m/ ;

Efisiensi maksimum turbin= 80% ; Efisiensi maksimum generator= 90%; Head (H)= 3,1 m ;

Debit air ( $Q$ ) = 0.1274 m<sup>3</sup>/s. Maka potensi daya terbangkit dari PLTPH Desa Watuagung =

$$P = 9.8 \times 0.8 \times 0.9 \times 3,1 \times 0.1274 = 2,787 \text{ kW.}$$

Kondisi ideal sistem pembangkit tenaga listrik adalah daya terbangkit pada generator sama dengan daya pada beban.

$$P_g (\text{daya generator}) = P_b (\text{daya beban})$$

Pada PLTPH ini ditentukan besarnya kapasitas beban komplemen adalah sebesar 30% dari daya terbangkit. Sehingga besarnya daya yang akan di buang ke beban komplemen adalah :

$$30\% \times 2,787 \text{ kW} = 0,8361 \text{ kW}, \text{ nilai tegangannya} = 220 \text{ V.}$$

Besarnya arus pada beban komplemen 30% = I beban komplemen =  $P_{\text{beban komplemen}} / V = 0,8361 \text{ kW} / 220 \text{ V} = 3,8 \text{ Ampere.}$

Jika di inginkan menggunakan beban resistif = R beban =  $220 \text{ V} / 3,8 \text{ A} = 57,8 \Omega.$

Jadi, besarnya arus yang dialirkan ke beban komplemen sebesar 30% daya terbangkit adalah 3,8 Ampere. Berdasarkan beberapa hasil pengujian tersebut menunjukkan kinerja yang baik pada sistem PLTPH dalam menjaga kestabilan tegangan keluaran generator.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih penulis sampaikan dengan hormat atas bantuan dan kerjasamanya sehingga penelitian dapat berjalan lancar kepada;

1. Rektor dan Ketua Lembaga Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Jenderal Soedirman
2. Ir. H. Purnama Soekardi, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknik
3. Masyarakat desa Watuagung yang sangat mendukung kegiatan ini

**DAFTAR PUSTAKA**

- Agfianto Eko Putra, *PLC Konsep Pemrograman Dan Aplikasi*, Gava Media, Jogjakarta, 2004.
- Akhmad, Kholid., Prasetijo, Hari & Winasis. 2008. *Teknologi Energi Terbarukan*. Bahan Ajar Program Studi Teknik Elektro Unsoed.
- Allegro. (2006). *ACS712ELC-20A, Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with 2.1 kV RMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*. Allegro MicroSystems Inc. Amerika Serikat.
- Burr Brown, *Operational Amplifier : Design and Application*, McGraw Hill, Kogakusha Ltd., Revised Edition, 1975.
- B. C. Kuo, *Automatic Control System*, Seventh Edition, Erlangga, 1995.
- Chattopadhyay, Rakshit. 1989. *Dasar Elektronika*, Institut of Radio Physics & Electronic, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Harry, S, *Konsep-Konsep Pengendalian Frekuensi Untuk PLTM*, ITB, Bandung, 2000.
- Hasan, Ahmad. 2006. *Pengontrol Beban Elektronik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. P3 Konversi dan Konservasi Energi, Jakarta.
- Microchip. (2011). *AN135, Op Amp Rectifiers, Peak Detectors and Clamps*. Microchip Technology Inc. Amerika Serikat
- Morris, D. (2011). *Using Transistors as Switches*.
- M. Budiyanto, A., & Wijaya. (2006). *Pengenalan Dasar-Dasar PLC (Programmable Logic Control) Disertai Contoh Aplikasinya*. Gavamedia. Yogyakarta.
- National. (2007). *LM124/LM224/LM324/LM2902 Low Power Quad Operational Amplifiers*. National Semiconductor Corporation. Amerika Serikat.
- Omron. (2009). *CX-Programmer Introduction Guide*. Omron Corporation Industrial Automation Company. Japan.
- Omron. (2009). *ALL IN ONE PACKAGE*. Omron Corporation Industrial Automation Company. Japan.
- Paisey, F. Y. S. (2009). *Desain dan Rancang Bangun Kontrol Beban Elektronik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. UGM. Yogyakarta.
- Prasetijo Hari, Susilawati Hesti, Priswanto” *Kontroller Generator Berbasis PLC Pada Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro*,” 2011.

- Putra, A. E. (2004). "PLC, Konsep, Pemrograman dan Aplikasi (Omron CPM1A/CP2A dan ZEN Programmable Relay)". Gavamedia. Yogyakarta.
- Rahman, I. A. (2010). "Tugas 1 Mata Kuliah Dasar Konversi Energi". UPI. Bandung.
- Siswandana, A. (2009). "Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengontrol Beban Elektronik pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Menggunakan Programmable Logic Control Omron". UMM. Malang
- Suhendra, D. (...) "Variable Speed Single Phase Induction Generator". ITB. Bandung
- Tim Fakultas Teknik. (2003). "Modul Elektronika Analog". UNY. Yogyakarta.
- Wicaksono, H. (.....) . "Catatan Kuliah Automatisasi 1". Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- Yusgiantoro, P. (2007). " Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor : 03 Tahun 2007 Tentang Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik Jawa-Madura-Bali". Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta
- Yogi, Prasetijo Hari, Daru, Supriyanti Retno " Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Pada saluran Irigasi Untuk Penerangan jalan", SNETI I, 2010
- www.DatasheetCatalog.com. Datasheet for electronic components.