

## **MODEL PANEL SURYA CERDAS DENGAN SENSOR PELACAK CAHAYA MATAHARI OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER**

**Dewanto Harjunowibowo**

*P Fisika FKIP UNS Jl Ir Sutami 36A Ketingan Surakarta  
dewanto\_h@yahoo.com*

### **Abstrack**

*This research aims to create a model of intelligent solar panels are able to follow the movement direction of the sun as an energy source based on microcontroller AVR ATMEGA. This study uses ATMEGA AVR microcontroller 16bit with injection of fuzzy logic programs. The system also created using 4 (four) sensors LDR and 5 (five) photodiode sensor. Integration of fuzzy logic, AVR ATMEGA and sensors capable of providing optimal results into a dynamic model of the solar panels that automatically and can be applied on a large scale. The results of this study is a prototype solar panel that is able to follow the movement direction of the sun based on microcontroller AVR ATMEGA 16. The solar panels model is capable of putting solar panel surface perpendicular to the direction of sunlight intensity can be detected along the sensor.*

*Keywords: smart panel, microcontroller, fuzzy logic, sensor*

### **Abstrak**

*Penelitian ini bertujuan membuat suatu model panel surya cerdas yang mampu mengikuti pergerakan arah datangnya sinar matahari sebagai sumber tenaga berbasis mikrokontroler AVR ATMEGA. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler AVR ATMEGA 16bit dengan injeksi program fuzzy logic. Sistem yang dibuat menggunakan pula 4 (empat) sensor LDR dan 5 (lima) sensor fotodiode. Integrasi antara fuzzy logic, AVR ATMEGA dan sensor-sensor mampu memberikan hasil yang optimal menjadi suatu model panel surya dinamis yang otomatis dan dapat diterapkan dalam skala besar. Hasil dari penelitian ini adalah suatu prototipe panel surya yang mampu mengikuti pergerakan arah datangnya sinar matahari berbasis mikrokontroler AVR ATMEGA 16. Model panel surya ini mampu menempatkan permukaan panel surya tegak lurus dengan arah datang sinar matahari sepanjang intensitasnya mampu dideteksi sensor.*

*Keywords: panel cerdas, mikrokontroler, fuzzy logic, sensor*

### **PENDAHULUAN**

Energi baru dan terbarukan mulai mendapatkan perhatian sejak terjadinya krisis energi dunia yaitu pada tahun 70-an dan salah satu energi itu adalah energi surya. Energi listrik yang berasal dari energi surya pertama kali digunakan untuk penerangan rumah tangga dengan sistem desentralisasi yang dikenal dengan *Solar Home Sistem* (SHS), kemudian untuk TV umum, komunikasi dan pompa air (Kadir, 1982).

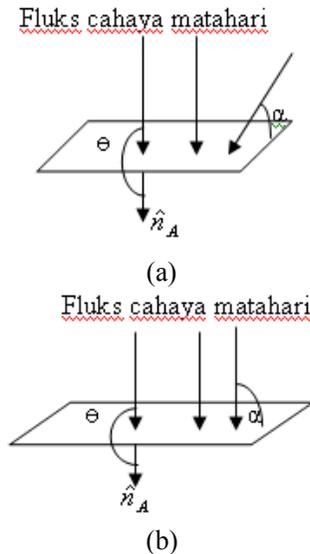
Berdasarkan penelitian yang dilakukan sampai tahun 1994, jumlah pemakaian sistem fotovoltaik di Indonesia sudah mencapai berkisar 2,5-3

MWp. Pemakaiannya meliputi kesehatan 16%; hibrida 7%; pompa air 5%; penerangan pedesaan 13%; Radio dan TV komunikasi 46,6% dan lainnya 11,8%. Kemudian dari kajian awal BPPT diperoleh proyeksi kebutuhan sistem PLTS diperkirakan akan mencapai 50 MWp [1].

Melihat tren harga sel surya yang semakin menurun dan dalam rangka memperkenalkan sistem pembangkit yang ramah lingkungan, pemanfaatan PLTS dengan sistem individu semakin ditingkatkan. Pada tahap pertama direncanakan akan dipasang 36.000 unit SHS selama tiga tahun dengan prioritas

10 propinsi di kawasan timur Indonesia. Paling tidak ada 4 keuntungan pembangkit dengan surya fotovoltaik. Pertama, energi yang digunakan adalah energi yang tersedia secara cuma-cuma. Kedua, perawatannya mudah dan sederhana. Ketiga, peralatan bekerja tanpa suara dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Keempat, dapat bekerja secara otomatis [7].

Sel surya yang digunakan di masyarakat adalah berupa panel surya. Panel surya digunakan di masyarakat adalah panel surya diam (*static*). Salah satu kelemahan dari panel surya statis ini adalah kurang optimal mendapatkan intensitas cahaya matahari karena permukaan panel surya tidak tegak lurus dengan arah datang sinar matahari. Menurut Watson, 1988, iluminans dalam radiometri digunakan untuk mendefinisikan iradians. Iluminans menunjukkan banyaknya fluks yang mengenai luas permukaan dengan  $\theta$  sebagai sudut datang sinar terhadap arah normalnya[6].



Gambar 1 (a). Kondisi nyata panel surya dengan bermacam sudut datang fluks. (b). Posisi ideal panel surya tegak lurus arah fluks.

Idealnya, sebuah panel surya agar dapat menghasilkan arus listrik yang maksimal harus selalu berada dalam keadaan setimbang yakni cahaya yang datang sejajar dengan  $\hat{n}_A$  garis normal bidang ( $\theta = 0^\circ = 180^\circ$ ) atau tegak lurus dengan permukaan bidang ( $\alpha = 90^\circ$ ).

Inovasi teknologi panel surya yang menggunakan sensor pelacak cahaya berbasis mikrokontroler (*microcontroller*) dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Model ini dilengkapi dengan sensor pelacak cahaya untuk memberikan informasi kepada chip mikrokontroler sebagai pengendali utama. Informasi yang dikirim tersebut kemudian dibaca dan dibandingkan dengan suatu keadaan logika lewat perangkat lunak (*software*). Input ini membuat mikrokontroler mengeluarkan pulsa output yang akan menggerakkan sistem dengan *motor stepper* sehingga panel surya akan bergerak mengikuti arah datang sinar matahari secara otomatis.

Sel surya merupakan lapisan semikonduktor yang memiliki permukaan yang luas dan terdiri dari rangkaian dioda tipe p dan n, cahaya yang datang akan diubah menjadi energi listrik. Cara kerja sel surya adalah dengan memanfaatkan teori cahaya sebagai partikel. Sebagaimana diketahui bahwa cahaya baik yang tampak maupun yang tidak tampak memiliki dua buah sifat yaitu dapat sebagai gelombang dan partikel, yang disebut dengan foton. Penemuan ini pertama kali diungkapkan oleh Einstein pada tahun 1905. Energi yang dipancarkan oleh sebuah cahaya dengan panjang gelombang  $\lambda$  dan frekuensi foton ( $\nu$ ), dirumuskan dengan persamaan:

$$E = h\nu = hc/\lambda$$
 dengan  $h$  adalah konstanta *Plancks* ( $6.62 \times 10^{-34}$  J.s) dan  $c$  adalah kecepatan cahaya dalam vakum ( $3.00 \times 10^8$  m/s). Persamaan (1) menunjukkan bahwa foton dapat dilihat sebagai sebuah

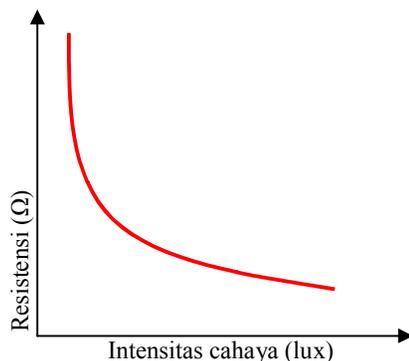
partikel energi atau sebagai gelombang dengan panjang gelombang dan frekuensi tertentu [5].

Menurut Watson, 1988 iluminans dalam radiometri digunakan untuk mendefinisikan iradians[6]. Iluminans menunjukkan banyaknya fluks/foton yang mengenai luas permukaan (A) dengan  $\theta$  sebagai sudut datang sinar, menurut persamaan:

$$E = \frac{d\Phi}{dA} \cos \theta \hat{n}$$

Sehingga medan listrik akan berada dalam keadaan setimbang jika  $\cos \theta = 1$ , dengan demikian  $\theta$  harus sama dengan nol. Artinya sinar datang searah/sejajar dengan vektor luasan yang tegak lurus permukaan luasan/konduktor [2].

LDR adalah komponen elektronika sejenis dengan resistor, namun memiliki karakteristik yaitu nilai resistansinya yang bergantung pada cahaya yang mengenainya. Apabila LDR tersebut terkena cahaya, maka nilai resistansinya akan mengecil, sedangkan jika dalam keadaan yang gelap atau tidak terkena cahaya, maka resistansinya akan membesar (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik Karakteristik LDR

Fotodioda ialah salah satu fotodetektor, detektor fotodioda memenuhi persyaratan pembawa muatan (*photogenerated*) untuk operasi mereka. Sebuah fotodioda adalah satu sambungan p-n arus-balik meningkatkan ketika menyerap foton. Ketika energi cahaya dengan panjang gelombang yang benar jatuh pada sambungan fotodiode, arus mengalir dalam sirkuit eksternal. Alat ini kemudian bekerja sebagai generator arus, yang arusnya sebanding dengan intensitas cahaya itu. Semakin besar intensitas cahaya infrared yang diterima maka kemampuannya untuk menghasilkan arus semakin besar. Sebaliknya kemampuan untuk menghasilkan arus akan lemah apabila intensitas cahaya infrared yang diterima semakin kecil.

Mikrokontroler merupakan sebuah *single chip computer* yang kecil dan telah terintegrasi dengan konfigurasi layaknya sistem arsitektur komputer yang sederhana, sehingga bisa dikatakan sebagai sebuah sistem komputer lengkap dalam satu keping piranti elektronik [3],[4].

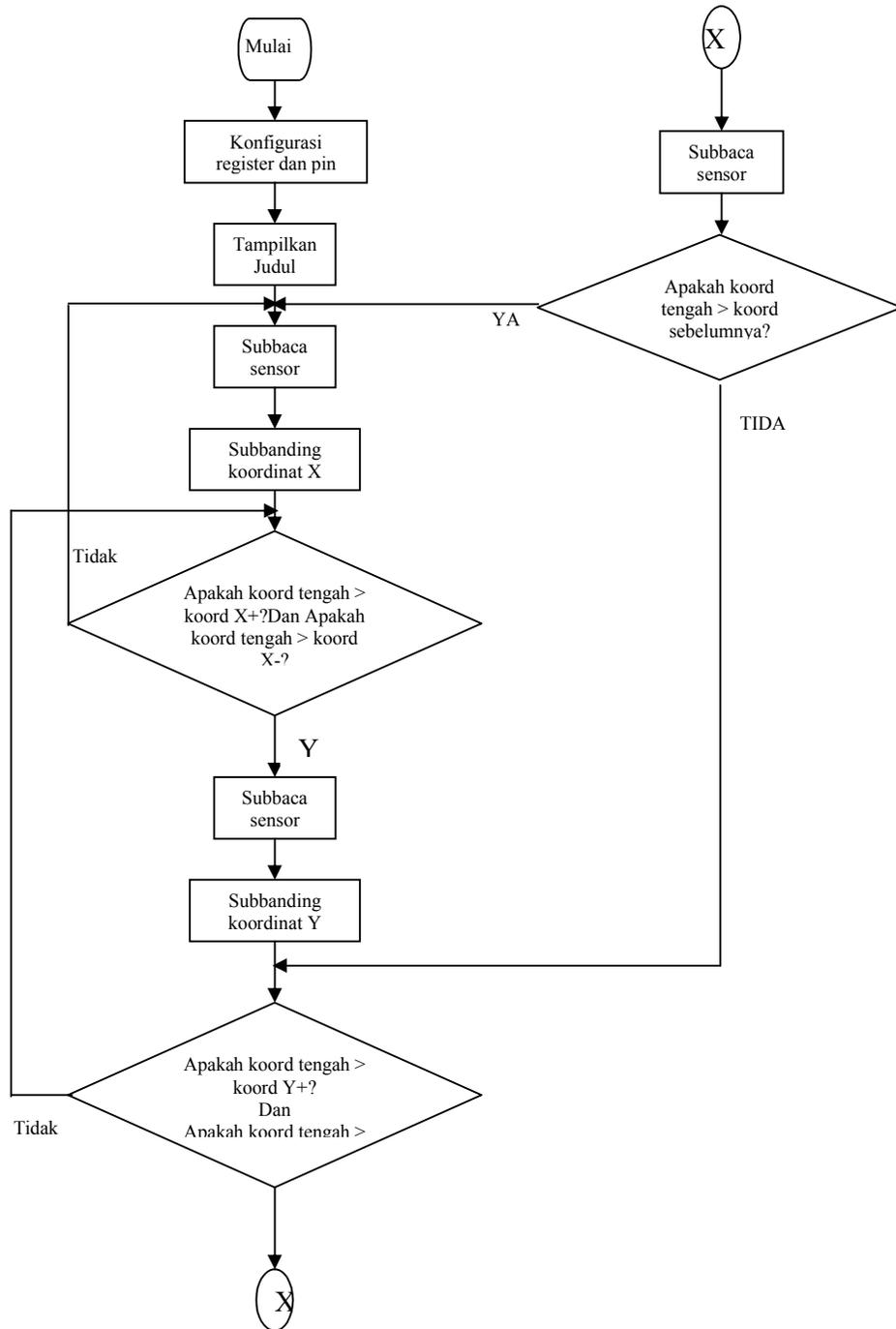
## **METODE PENELITIAN**

### **A. Perancangan dan Pembuatan Modul-Modul**

Pada tahap ini dilakukan rancang bangun yang terdiri atas modul-modul elektronika yang akan digunakan dalam penelitian, meliputi Modul Relay LDR, Relay Kendali Motor servo, Penggerak Motor AC, LCD, Catu Daya dan Indikator Led.

### **B. Perancangan Perangkat Lunak pada Program**

Perancangan perangkat lunak ini dilakukan menggunakan *BASCOM* untuk proses *downloading listing* program ke dalam chip mikrokontroler (Gambar 3)



Gambar 3. Diagram Alir Program

### C. Perangkaian Modul-Modul

Pada tahap ini dilakukan perangkaian modul-modul elektronika tersebut di atas menjadi satu kesatuan

yang utuh dan memastikan seluruh modul dapat saling berintegrasi dan berinteraksi dengan baik dan benar sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

#### **D. Pengujian**

Setelah alat selesai dibuat, dilakukan ujicoba alat agar dapat digunakan dengan baik.

#### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Secara umum sistem kerja dari model panel cerdas ini memanfaatkan aliran arus yang timbul oleh terpaan sinar matahari pada LDR dan fotodioda. Sistem fuzzy logic yang di masukkan ke dalam AVR ATMEGA bertindak sebagai pengendali (Thiang dkk., 1999)[8] yang mengolah informasi besar aliran arus dengan menggerakkan servo koordinat x dan servo koordinat y menuju posisi yang tepat agar didapatkan arus listrik yang paling maksimum.

Penjelasan secara detail mengenai sistem kerja model panel cerdas tersebut adalah pertama, LDR yang merupakan piranti elektronika yang peka terhadap cahaya akan mengalirkan arus listrik bila terkena cahaya. Pada panel cerdas ini menggunakan empat LDR dengan fungsinya masing-masing. Dari gambar 1, terdapat 4 (empat) LDR yang ditandai dengan huruf  $-X$  dan  $+X$ . LDR pada daerah  $X$  ini bertanggungjawab memberikan data mengenai intensitas cahaya matahari pada koordinat  $X$  atau arah gerakan ke kanan dan ke kiri. Pada tiap bagian di  $-X$  dan  $+X$  masing-masing terdapat 2 (dua) buah LDR dengan tiap-tiap LDR tersambung dengan tegangan  $V_{cc}$  dan Ground. Apabila pada  $-X$  terjadi paparan sinar matahari yang tinggi, maka LDR yang tersambung tegangan  $V_{cc}$  akan terjadi kenaikan arus listrik, sedangkan LDR yang terhubung Ground juga terjadi kenaikan arus listrik namun secara teknik langsung drop tegangan karena arus tersebut hilang akibat grounding. Akibatnya, kenaikan arus listrik tersebut terdeteksi oleh AVR ATMEGA yang sudah berisi program Fuzzy Logic. Oleh AVR, kenaikan arus listrik ini dijadikan pemicu bagi servo horizontal untuk

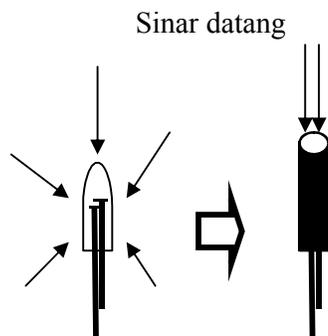
bergerak mengikuti arah datangnya paparan sinar hingga diperoleh arus yang paling maksimal dengan arah horizontal.

Kedua, setelah memperoleh posisi maksimal arah horizontal, servo horizontal akan diam, segera setelah itu fotodioda yang mendeteksi kuat paparan inframerah pada arah vertikal atau koordinat  $y$ , bekerja. Susunan fotodioda ini pada tiap bagian  $-Y$  dan  $+Y$ , serupa dengan susunan LDR pada bagian  $-X$  dan  $+X$ . Fotodioda pada tiap bagian tersambung dengan tegangan  $V_{cc}$  dan Ground. Dengan demikian AVR memerintahkan Fotodioda untuk segera mendeteksi kuat paparan inframerah yang terkuat. Bila salah satu bagian yang terdapat fotodioda tersebut memperoleh posisi paparan inframerah maksimal, maka foto dioda yang terhubung dengan tegangan  $V_{cc}$  akan terjadi arus listrik secara maksimal dan begitu pula yang terjadi pada fotodioda yang terhubung dengan Ground, namun akibat dari grounding, arus yang muncul segera dinetralkan sehingga terjadi proses drop tegangan.

Aliran arus yang terjadi pada salah satu bagian fotodioda tersebut diterima sebagai pemicu bagi AVR untuk memberikan sinyal berupa pulsa listrik pada servo vertikal untuk bergerak mencari posisi terbaik agar diperoleh arus maksimal dari fotodioda. Semua pencarian sumber cahaya hingga diperoleh kuat arus maksimal tersebut selalu dilakukan dengan membandingkan besar arus yang muncul pada bagian lain yang berisi sensor baik LDR maupun fotodioda. Posisi maksimal yang telah dilacak oleh AVR tersebut dikunci selama 5 detik. Setelah diam selama 5 detik, proses pelacakan sinar datang diulang kembali. Delay 5 detik di sini dapat diubah sesuai dengan keperluan.

Ketiga, penentuan posisi tegak lurus antara sinar datang dengan permukaan panel ditentukan oleh satu

sensor fotodioda yang berada tepat tegak lurus dengan permukaan panel. Bentuk fisik fotodioda yang seperti led memungkinkan terjadinya bias informasi bagi AVR untuk menentukan tegak lurus atau tidaknya permukaan panel dengan arah datang sinar matahari. Oleh karena itu peneliti memberikan penutup seperti pipa pada kepala fotodioda hingga hanya puncak kepala fotodioda saja yang dapat menerima sinar. Perlakuan tersebut juga dilakukan pada fotodioda-fotodioda yang lain (Gambar 4).



Gambar 4. Kondisi Fotodioda normal (kiri) dan kondisi Fotodioda berselubung (kanan)

Pemberian selubung tersebut mengakibatkan sinar datang hanya dapat diterima oleh fotodioda pada bagian atas kepalanya saja sehingga ketika terjadi arus akibat paparan sinar yang cukup besar, bisa dipastikan arahnya selalu tegak lurus dengan permukaan panel.

Layar LCD digunakan untuk menampilkan besaran bit yang merupakan ukuran lain dari besar arus listrik yang dihasilkan oleh sensor cahaya baik dari LDR maupun fotodioda. Rentang besaran yang muncul berada pada angka 1- 1023 dan bila dikonversi ke tegangan berada pada kisaran 0-5 volt. Tanda minus dan plus pada LCD menandakan arah gerakan dari servo atau panel saja.

Kisaran tegangan 0-5 volt merupakan kisaran tegangan yang diijinkan regulator untuk menjadi

masukan bagi AVR. Tegangan tersebut merupakan tegangan yang dihasilkan oleh sensor akibat dari penurunan resistivitas sensor akibat paparan cahaya matahari jadi bukan hanya tegangan dari power supply eksternal. Berdasarkan spesifikasi pabrik, AVR hanya bekerja pada tegangan masukan 5 volt. Oleh karena itu regulator IC 7805 sangat diperlukan dalam rangkaian elektronika sebagai pengatur tegangan masukan dari adaptor arus DC. AVR hanya diperbolehkan bekerja maksimal pada tegangan 5volt saja (AVR Datasheet).

Pada rangkaian ini terdapat suatu fasilitas tombol reset yang berguna untuk menyeting ulang keadaan sistem agar kembali bersih dari semua eksekusi program yang sedang berjalan ataupun ketika terjadi *error system/overload programme*. Ketika tombol reset ditekan, sistem pada memory RAM nya dilakukan pengosongan sehingga sejenak sistem akan berhenti dan mulai bekerja kembali dari awal hingga kemudian melakukan *scanning* untuk mendapatkan intensitas paparan cahaya matahari yang paling maksimal sebagai upaya memposisikan permukaan panel tegak lurus dengan arah sinar datang.

Kalibrasi komponen sensor dilakukan agar diperoleh kualitas produk yang optimal. Pengkalibrasian sensor dilakukan pada LDR dan fotodioda. LDR dicari yang memiliki daya resistivitas yang sama. Hal yang dilakukan untuk mengetahui daya resistivitas tersebut adalah dengan menghubungkan kaki-kaki LDR pada ohmmeter. Jika hasil ohmmeter menunjukkan nilai yang sama maka LDR tersebut bisa digunakan, namun jika tidak sama ataupun mendekati nilai yang sama, maka harus diganti LDR lain yang bernilai sama atau mendekati sama nilainya. Demikian pula kalibrasi untuk fotodioda memiliki teknik yang sama. Kalibrasi tingkat kepekaan dilakukan dikarenakan saat digunakan di luar ruangan model panel cerdas ini terlalu

agresif dan terus bergerak akibatnya ketika sinar matahari tertutup sedikit mendung sistem akan bereaksi melakukan scanning secara terus menerus sehingga kinerja sistem menjadi tidak efektif dan boros energi. Dengan mengkalibrasi tingkat kepekaan sensor maka sistem menjadi lebih optimal, tidak terlalu sering bergerak dan sedikit mendung tidak menyebabkan sistem melakukan scanning ulang, namun hanya perlu melakukan sedikit penyesuaian posisi koordinat saja.

Kalibrasi sistem panel cerdas secara keseluruhan dilakukan dengan menetapkan nilai bit yang tertera pada LCD yakni dengan mendeteksi cahaya matahari di luar ruangan tepat berada di bawah paparan sinar matahari langsung. Kemudian dilakukan pemutaran trimpot hingga diperoleh perbedaan nilai bit dilayar LCD yang signifikan. Hal ini sebagai tanda sistem akan mampu merespon perbedaan intensitas pada tiap posisi sensor yang dipasang di tiap bagian X dan Y.

#### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Telah dihasilkan suatu model panel surya cerdas berbasis mikrokontroler AVR ATmega16 yang mampu melakukan pencarian terhadap sumber cahaya matahari dan menempatkan posisi permukaan panel tegak lurus dengan arah sinar datang matahari. Penelitian lanjut yang perlu dilakukan adalah pengembangan model panel surya ini menjadi prototipe yang lengkap dengan panel surya serta sistem penyimpanan arusnya.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terimakasih disampaikan kepada DIKTI sebagai penyandang dana penelitian dan semua pihak yang

memberikan fasilitas serta membantu pelaksanaan penelitian.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. BPPT, 1995. Publikasi Ilmiah “*Peranan Energi dalam Menunjang Pembangunan Berkelanjutan*”. Direktorat Teknologi Energi BPPT, Mei 1995. Jakarta.
- [2]. Johannes, 1970. *Listrik dan Magnit*. UGM Press, Yogyakarta
- [3]. Naiwan, P.A., 2004, *Panduan Praktis Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51*, Penerbit PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta.
- [4]. Sencer dan Yeralan. 1995. *Programming and Interfacing The 8051 Microcontroller*, Addison Wesley Publishing Company.
- [5]. Sze, S.M., 1981. *Physics of Semiconductor Device*, 2nd edition, Chapter 14, John Wiley and Sons.
- [6]. Watson, J., 1988, *Optoelectronics*, Van Nostrand Reinhold (UK) Co. Ltd., Melly Milliarlane, wokingham, Berkshine, England.
- [7]. Wenas, W.W., 1996, Teknologi Sel Surya: Perkembangan Dewasa ini dan yang akan Datang, *Elektro Indonesia No. 12*.
- [8]. Thiang, Anies Hannawati, Ban Eng, Resmana, 1999. Sistem Pengembangan Kendali Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler Keluarga MCS51 (Petrafuz). *Jurnal Informatika* Vol. 1, No. 1, Mei 1999 : 1 - 10

