

RANCANG BANGUN SUATU SISTEM PEMANFAATAN SUMBER ENERGI TENAGA SURYA SEBAGAI PENDUKUNG SUMBER PLN UNTUK RUMAH TANGGA BERBASIS MIKROKONTROLLER.

Rochmawati¹, Endro Wahjono, S.ST, MT², Ainur Rofiq Nansur, ST, MT³

Mahasiswa Teknik Elektro Industri¹, Dosen Elektro Industri PENS-ITS², Dosen Elektro Industri PENS-ITS³

Teknik Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111

Telp (+62) 031-59447280 .Fax (+62) 031-5946114

Email: wrochma54@yahoo.com

ABSTRAK

Dengan semakin banyaknya manusia di dunia ini, maka semakin banyak pula konsumsi listrik yang harus memenuhi kebutuhan manusia tersebut. Sehingga mulai bermunculan sumber – sumber listrik lain yang dapat digunakan sebagai cadangan ataupun sebagai sumber utama. Salah satunya adalah sel surya atau yang biasa disebut sebagai *solar cell*. Maka mulai banyak dilakukan pemanfaat sumber lain ini, sebagai upaya untuk memanfaatkan energy matahari yang selalu terbarukan.

Tegangan yang dihasilkan oleh panel surya 50 WP berkisar antara 17 Volt – 21 Volt. Untuk mendapatkan tegangan yang diperlukan untuk mengisi accu 12 Volt diperlukan suatu rangkaian buck-boost converter yang berfungsi menurunkan maupun menaikkan tegangan. Untuk mendapatkan tegangan konstan dari konverter dilakukan dengan mengatur *duty cycle* dengan cara memberikan umpan balik dari tegangan keluaran konverter itu sendiri. Kanal ADC pada mikrokontroler digunakan sebagai umpan balik bagi kontroler yang digunakan agar output konverter dapat dijaga pada nilai tertentu melalui pengaturan *duty cycle* PWM yang mengendalikan konverter. Saat tegangan dari *solar cell* lebih dari setting point maka aki akan dicharger oleh *solar cell* dan sumber beban berasal dari sumber PLN dan ketika kurang dari set point maka akan berpindah secara otomatis melalui ATS ke sumber aki yang diperintah oleh mikrokontroler.

Kata kunci : kanal ADC, mikrokontroler, ATS.

ABSTRACT

As more and more people in this world, then the more power consumption, which must meet these human needs. So start popping source - another power source that can be used as backup or as a main source. One is a sel surya or commonly referred to as a solar cell. So began many do use these other sources, in an attempt to harness solar energy that is always renewable.

The voltage produced by solar panels 50 WP ranging from 17 Volt - 21 Volt. To get the required voltage to charge 12 volt batteries required a series of buck-boost converter that serves lower or raise voltage. To obtain a constant voltage of the converter made by adjusting the duty-cycle by providing feedback from the inverter output voltage itself. ADC channel on the microcontroller is used as feedback for the controller that is used for the output converter can be maintained at certain values through the settings that control the PWM duty cycle converter. When the voltage of the solar cell more than a set point then the battery will dicharger by the solar cell and the source loads coming from sources of electricity and when less than the set point it will move automatically through the ATS to the battery source is governed by the microcontroller.

Keywords: ADC channel, microcontroller, ATS.

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat mengakibatkan kebutuhan energi pun terus bertambah. Hal ini bertolak belakang dengan ketersediaan energi fosil yang selama ini menjadi bahan bakar utama yang semakin menipis, energi fosil ini sendiri adalah energi yang tidak dapat diperbaharui karena membutuhkan waktu yang sangat lama dalam pembentukannya.

Untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat, pemerintah terus mengembangkan berbagai energi alternatif, di antaranya energi terbarukan. Potensi energi terbarukan, seperti biomassa, panas bumi, energi surya, energi air, dan

energi angin sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan, padahal potensi energi terbarukan di Indonesia sangat besar.

Terkait dengan energi surya, sebagai negara tropis Indonesia mempunyai potensi energi surya yang cukup besar. Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut sebagai berikut: untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran di Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m² /hari dengan variasi bulanan sekitar 10%; dan di Kawasan Timur

Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 9%.

Pemanfaatan tenaga surya ini tentunya akan lebih efektif jika dalam pengaplikasiannya disertai dengan sistem kontrol yang efektif pula, dalam perencanaan tugas akhir ini menggunakan solar sel sebagai sumber pendukung dari PLN untuk beban rumah tangga. Tegangan yang dihasilkan solar sel dapat maksimal ketika dalam keadaan cuaca yang terik. Ketika keadaan mendung tegangan solar cell semakin kecil, saat nilai tegangan solar cell diturunkan ataupun dinaikkan dengan rangkaian *buck-boost converter*. Dengan tegangan keluar dari *buck-boost converter* dapat digunakan untuk mengisi *battery*. Tegangan keluar *battery* akan diubah menjadi tegangan AC melalui rangkaian inverter. Saat tegangan dari solar cell lebih dari set point maka aki akan *dicharger* oleh solar cell dan sumber beban berasal dari sumber PLN dan ketika kurang dari set point maka akan berpindah secara otomatis melalui ATS ke sumber aki yang diperintah oleh mikrokontroler.

Pemanfaatan panas energi matahari merupakan salah satu sumber energi yang dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik. Selain tersedia secara gratis pemanfaatan matahari sebagai salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan manusia terhadap energi batubara, minyak bumi dan gas alam yang pada kenyataan sulit untuk diperbaharui.

1.1. Tujuan

Tujuan dari proyek akhir ini adalah merancang dan membangun program pada sistem pengontrol melalui mikrokontroler. Yang digunakan untuk membangkitkan sinyal PWM untuk mengatur *duty-cycle* pada rangkaian DC-DC converter mengatur ATS berpindah dari sumber solar sel ke sumber PLN untuk mengurangi pemakaian listrik dari PLN untuk men-supply beban rumah tangga.

Tujuan alat ini adalah untuk memanfaatkan tenaga surya sebagai energi alternatif untuk mengurangi pemakaian listrik dari PLN.

1.2. Batasan Masalah

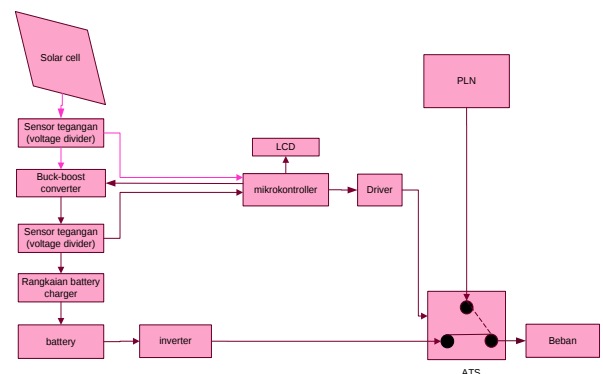
1. Mikrokontroler digunakan sebagai pembangkit PWM sekaligus untuk mengatur *duty cycle* untuk mengontrol tegangan keluaran converter agar tetap stabil serta mengatur perpindahan solar sel ke sumber PLN
2. Parameter masukan yang digunakan sebagai control adalah tegangan keluaran dari converter yang masuk ke dalam ADC mikrokontroler yang telah melewati sensor tegangan berupa pembagi tegangan serta sensor tegangan pada keluaran solar cell untuk mengatur perpindahan sumber solar

cell ke sumber PLN dengan set point yang telah ditentukan

3. Tampilan LCD adalah status dari sistem apakah menggunakan sumber solar sel atau menggunakan sumber PLN
4. Bahasa pemrograman yang dipakai adalah bahasa C

2. PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK

Dalam membangun sistem pemanfaatan sumber energi tenaga surya sebagai pendukung sumber PLN untuk rumah tangga berbasis mikrokontroler dibutuhkan beberapa bagian pendukung seperti yang terlihat pada Gambar 2.1.

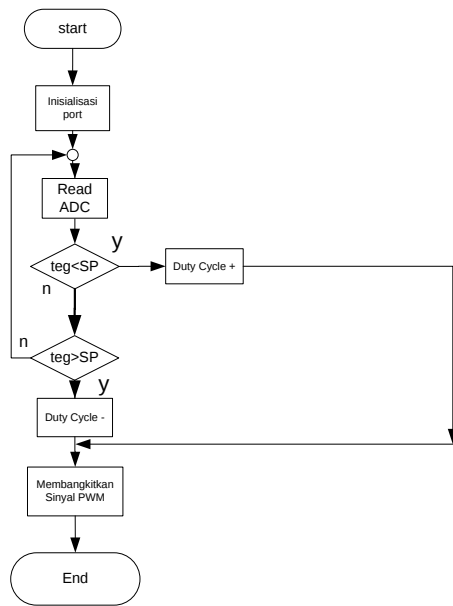


Gambar 2.1 Blok diagram

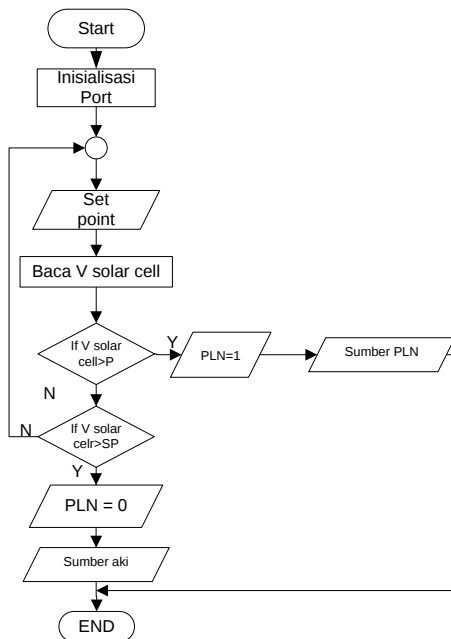
2.1 Perancangan Perangkat Lunak

Setelah semua hardware terangkai dan terintegrasi serta telah diuji kerjanya, hal terakhir sebelum melakukan pengujian adalah pembuatan software. Dalam hal ini software yang digunakan adalah code vision AVR yang nantinya ditransfer ke mikrokontroler AT MEGA16. Software tersebut berfungsi sebagai kontrol *duty cycle* pada buck boost konverter untuk solar sel sehingga dengan tegangan input yang berubah-ubah maka tegangan output pada buck boost konverter tetap konstan. Selain itu, juga di desain program yang digunakan untuk mensensing tegangan output dari sensor tegangan yang dihubungkan dengan output buck boost konverter, sehingga adanya perubahan pada output converter dapat terdeteksi oleh program. Tegangan output dari sensor tegangan di baca oleh ADC pada minimum sistem AT Mega 16. Tegangan keluar *buck-boost converter* disensor dengan *voltage divider* untuk mengetahui tegangan keluar dari *buck-boost converter* agar dapat mengisi *battery*. Tegangan keluar *battery* berupa tegangan DC kemudian diubah menjadi tegangan AC melalui rangkaian *inverter*. Saat tegangan dari solar cell lebih dari setting point maka aki akan *dicharger* oleh solar cell dan sumber beban berasal dari sumber PLN dan ketika kurang dari set point maka akan berpindah secara otomatis melalui ATS ke sumber aki yang diperintah oleh mikrokontroler.

Alur program dapat dilihat dari flowchart pada Gambar 2.2 dan 2.3.



Gambar 2.2 Flowchart pengaturan duty cycle



Gambar 2.3 Flowchart untuk pengaturan ATS

Tegangan keluar solar sel dinaikan atau diturunkan dengan rangkaian *buck-boost converter*. Pada *buck-boost converter* ini menggunakan pengaturan *duty cycle* melalui mikrokontroler. Tegangan keluar *buck-boost converter* disensor dengan *voltage divider* untuk mengetahui tegangan keluar dari *buck-boost converter* agar dapat mengisi *battery*. Tegangan keluar *battery* berupa tegangan DC kemudian diubah menjadi tegangan AC melalui rangkaian *inverter*. Saat tegangan dari

solar cell lebih dari setting point maka aki akan dicharger oleh solar cell dan sumber beban berasal dari sumber PLN dan ketika kurang dari set point maka akan berpindah secara otomatis melalui ATS ke sumber aki yang diperintah oleh mikrokontroler.

3. Pengujian dan Analisa

3.1 Pengujian ADC

ADC pada mikrokontroler AT MEGA 16 ini perlu diuji karena merupakan channel untuk masuknya data tegangan dari sensor tegangan yang berasal dari keluaran boost converter sehingga dapat mengetahui apakah ADC ini bekerja dengan baik atau tidak.

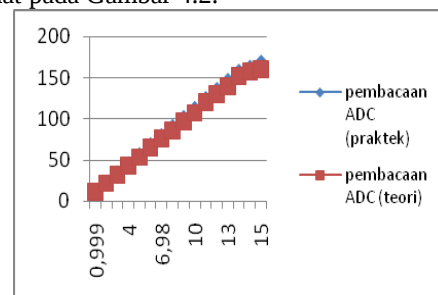
Data perhitungan konversi tegangan analog ke digital beserta prosentase *error*-nya secara lengkap dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil Pengujian ADC Pada Sensor Tegangan DC Setelah Buck Boost Converter

No.	V in (V)	Vout (V)	Data ADC (dec) praktek	Data ADC (dec) teori	% Error
1	0,999	0,2085	11	10,75	2,2
2	1,993	0,415	22	21,25	3,4
3	2,989	0,622	33	31,846	3,49
4	4	0,829	44	42,44	3,5
5	4,99	1,036	55	53,04	3,56
6	5,98	1,264	67	64,72	3,4
7	6,98	1,481	78	75,82	2,7
8	8	1,673	89	85,66	3,75
9	9	1,889	100	96,71	3,28
10	10	2,089	111	106,95	3,64
11	11	2,34	123	119,808	2,66
12	12	2,531	134	129,58	3,29
13	13	2,718	145	139,16	4,03
14	13,98	2,97	156	152,06	2,52
15	14,5	3,08	161	157,7	2,05
16	15	3,135	167	160,512	3,88

Proses ketelitian pembacaan ADC pada mikrokontroler ATmega16 ini mempunyai perubahan prosentase error antara 0% sampai dengan 5% dalam setiap perubahan rata-rata heksadesimal yang masuk ke ADC mikrokontroler ATmega16.

Grafik perubahan nilai ADC terhadap Vin dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 3.1 Grafik perubahan nilai ADC terhadap Vin

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian ADC pada sensor tegangan DC menggunakan

mikrokontroler ATmega 16 seperti yang terlihat pada Tabel 3.2.

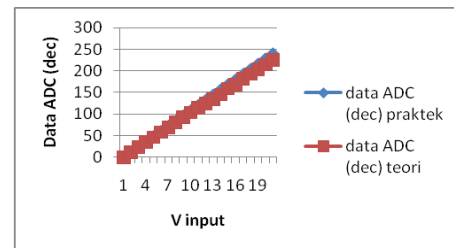
Tabel 3.2 Hasil Pengujian Adc Pada Sensor Tegangan Dc Sebelum Buck Boost Converter Atau Keluaran Dari Solar Cell

No	V input	V input pembacaan	V output	Data ADC (dec) praktek	Data ADC (dec) teori	% Error
1	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0,246	12	12,5952	4,7256
3	2	2	0,468	24	23,9616	0,1603
4	3	3	0,692	36	35,4304	1,6077
5	4	4,01	0,916	48	46,8992	2,3472
6	5	5,01	1,139	60	58,3168	2,8863
7	6	6,01	1,364	72	69,8368	3,0975
8	7	7,01	1,586	84	81,2032	3,4442
9	8	8,01	1,809	96	92,6208	3,6484
10	9	9,01	2,028	108	103,8336	4,0126
11	10	10,01	2,235	120	114,432	4,8658
12	11	11,02	2,432	132	124,5184	6,0084
13	12	12,02	2,631	144	134,7072	6,8985
14	13	13,02	2,841	156	145,4592	7,2466
15	14	14,02	3,112	168	159,3344	5,4386
16	15	14,94	3,29	179	168,448	6,2642
17	1	15,94	3,552	191	181,86	5,024

	6				24	5
18	17	16,94	3,77	203	193,024	5,1683
19	18	17,94	3,98	215	203,776	5,508
20	19	18,94	4,19	227	214,528	5,8137

Data perhitungan konversi tegangan analog ke digital beserta prosentase *error*-nya secara lengkap dapat dilihat pada tabel 4.2. Proses ketelitian pembacaan ADC pada mikrokontroler ATmega16 ini mempunyai perubahan prosentase error antara 0% sampai dengan 5% dalam setiap perubahan rata-rata heksadesimal yang masuk ke ADC mikrokontroler ATmega16.

Grafik perubahan nilai ADC terhadap Vin dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Grafik perubahan nilai ADC terhadap Vin

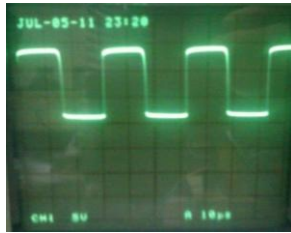
3.2 Pengujian Program PWM

Program PWM berfungsi untuk mengatur duty cycle pada buck boost konverter. Dalam melakukan pengujian program PWM Dan output dari mikrokontroler dapat dilihat dari oscilloscope. Sehingga dari gambar pada oscilloscope dapat terlihat perubahan duty cycle baik ketika input ADC kurang dari nilai setpoint minimal maupun ketika input ADC lebih dari nilai setpoint maksimal.

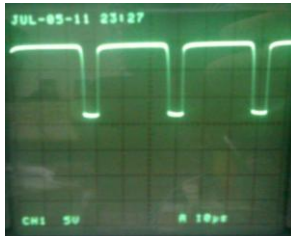
Pengujian PWM ini bertujuan untuk melihat keluaran dari PWM yang dibangkitkan dari mikrokontroler ATmega16 menggunakan instruksi *interrupt timer/counter 0*. PWM ini nantinya digunakan sebagai masukan rangkaian totempole dan diteruskan untuk menyulut kaki-kaki *gate* mosfet pada rangkaian buck boost converter.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.3 Output Pengujian program PWM

- (a) Sinyal output PWM dengan duty cycle 20%
 (b) Sinyal output PWM dengan duty cycle 50%
 (c) Sinyal output PWM dengan duty cycle 80%

3.3 Pengujian Program Pengaturan Tegangan Keluaran Buck Boost Dengan Set Point Yang Telah Ditentukan

Rangkaian buck boost konverter digunakan untuk menaikkan dan menurunkan tegangan keluaran panel surya. Dengan set point yang berubah-ubah maka tegangan keluaran buck boost converter juga berubah-ubah sesuai dengan setpoint. Pengujian buck boost converter dilakukan pada keluaran buck boost. Apabila mosfet pada buck boost converter diberi frekuensi switching sebesar 40 KHz maka output buck boost converter dengan program PWM terkontrol dengan tegangan masukan sebesar terlihat pada Table 3.3.

Tabel 3.3 Data Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Keluaran Buck Boost Dengan Set Point Yang Telah Ditentukan

No	Set Point	Vout Buck Boost	Pembacaan Vout Buck Boost Pada LCD	Duty Cycle (teori)	Pembacaan Duty Cycle Pada LCD
1	8	8	8,07	64,4	57
2	9	9,2	9,32	50	42
3	10	9,8	9,6	53	42
4	11	11,01	11,3	53,5	42

5	12	12,1	12,5	57,9	52
6	13	13,07	13,3	60,2	56
7	14	14,6	13,86	62,03	58
8	14,5	14,07	14,1	64,6	59
9	15	15,1	15,7	65,36	59

3.4 Pengujian Perpindahan Sumber PLN Ke Sumber Battery

Perpindahan dari sumber PLN ke sumber PLN maupun sebaliknya diatur pada mikrokontroler dengan melihat tegangan keluaran dari solar cell dengan set point 8V. Ketika tegangan lebih dari set point maka beban akan dipikul oleh sumber PLN dan ketika tegangan keluaran solar cell kurang dari set point maka beban akan dipikul oleh aki. Tegangan yang dihasilkan dari solar cell pada pagi sampai sore hari ialah lebih dari 8V. Pada pagi sampai sore beban akan dipikul oleh sumber PLN, dan pada pagi sampai sore aki dalam kondisi mengisi. Tegangan yang dihasilkan oleh solar cell pada sore sampai malam hari ialah kurang dari 8 V. Maka beban dipikul oleh aki.

Tabel 3.4 Data hasil Pengujian Pengujian Perpindahan Sumber PLN Ke Sumber Battery

Jam Pengujian	Tegangan keluaran solar cell (v)	Status sumber yang digunakan
7:50	14,35	Sumber PLN
8:20	14,86	Sumber PLN
8:50	13,93	Sumber PLN
9:20	15,07	Sumber PLN
9:50	15,80	Sumber PLN
10:20	15,26	Sumber PLN
10:50	15,28	Sumber PLN
11:20	15,40	Sumber PLN

11:50	14,08	Sumber PLN
12:20	14,03	Sumber PLN
12:50	15,32	Sumber PLN
13:20	15,44	Sumber PLN
13:50	15,09	Sumber PLN
14:20	15,42	Sumber PLN
14:50	15,43	Sumber PLN
15:20	15,36	Sumber PLN
15:50	15,11	Sumber PLN
16:20	12,77	Sumber PLN
16:50	10,14	Sumber PLN
17:00	8,35	Sumber PLN
17.20	7.32	Sumber Battery
17:50	6,09	Sumber Battery

4.PENUTUP

4.1 KESIMPULAN

Dari pengerjaan Proyek Akhir ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Output konverter yang dikontrol oleh mikrokontroler akan turun apabila tegangan supply mikrokontroler turun, hal ini dikarenakan tegangan referensi ADC mikrokontroler turun.
2. Program pengontrol *buck boost converter* pada mikrokontroler AT Mega 16 yang digunakan untuk membangkitkan sinyal PWM yaitu dengan menggunakan register OCR0.
3. Program pengontrolan *buck boost converter* untuk menghasilkan tegangan keluaran sesuai dengan set point masih terdapat kesalahan pada pembacaan di LCD dikarenakan kurang sesuainya perumusan pembacaan ADC mikrokontroler yang menyebabkan persen error pada pembacaan di LCD.
4. Proses ketelitian pembacaan ADC pada sensor tegangan DC setelah *buck boost converter* dengan mikrokontroler AT Mega 16 cukup tinggi, yaitu dengan prosentase error antara 2,05% - 3,88%.
5. Proses ketelitian pembacaan ADC pada sensor tegangan DC sebelum *buck boost*

atau *keluaran solar cell* dengan mikrokontroler AT Mega 16 cukup tinggi, yaitu dengan prosentase error antara 0% sampai dengan 7,2466%

6. Perpindahan dari sumber PLN ke sumber PLN maupun sebaliknya diatur pada mikrokontroler dengan melihat tegangan keluaran dari solar cell dengan set point 8V. Ketika tegangan lebih dari set point maka beban akan dipikul oleh sumber PLN dan ketika tegangan keluaran solar cell kurang dari set point maka beban akan dipikul oleh aki.
7. Tegangan yang dihasilkan dari solar cell pada pagi sampai sore hari ialah lebih dari 8V. Pada pagi sampai sore beban akan dipikul oleh sumber PLN, dan pada pagi sampai sore aki dalam kondisi mengisi.
8. Tegangan yang dihasilkan oleh solar cell pada sore sampai malam hari ialah kurang dari 8 V. Maka beban dipikul oleh aki.

5.DAFTAR PUSTAKA

1. Maretha, Dahlia, ” **PEMANFAATAN LISTRIK HYBRID UNTUK MESIN PERONTOK PADI**”, Tugas Akhir, EEPIS-ITS, Surabaya, 2010.
2. Marhendrawan, Bagus, ”**Desain Pembangkit Tanaga Listrik Hybrid Untuk Penerangan Di Tambak (Sollar Cell)**”, Tugas Akhir, EEPIS-ITS, Surabaya.
3. Datasheet of Mikrokontroller AT Mega 16
4. Draft ARN 2010-2014 Bidang Energi.
5. Hari Andrianto. 2008. ”*Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA 16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)*”. Bandung : Informatika Bandung.