

# Penerapan Ligth Dependent Resistor (LDR) sebagai Referensi Keluaran Solar Sell

Ahmad Ridho<sup>1</sup>, Balok Hariadi<sup>2</sup>, Kukuh Setyadjit<sup>3</sup>

<sup>1 2 3</sup> Department of Electrical Engineering, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118, Indonesia

[ridhoi@untag-sby.ac.id](mailto:ridhoi@untag-sby.ac.id), [balokhariadi@untag-sby.ac.id](mailto:balokhariadi@untag-sby.ac.id), [kukuh@untag-sby.ac.id](mailto:kukuh@untag-sby.ac.id)

**Abstract** - simultaneously growing number of residents resulted in impact to meet the needs of increasing them to meet the needs of electrical energy. While to produce energy is still widely used to produce fossil-based energy, some plants using coal to generate electricity. Therefore the use of renewable energy is very abundant in Indonesia contained in the tropics. Including from sunlight that can be used as a source of energy or alternative energy sources. Mndukung process for the conversion of solar energy into electrical energy takes place both necessary care and monitoring in order to obtain maximum energy sources. Lack maximum conversion of energy generated by solar sell one of them caused by solar surface fouling sell, biased by dust, leaves, dust off and exposed to water. With the onset of fouling sell solar surface by dust will be disrupted conversion of solar energy produced sell. By using a programmable device that serves as the AVR family of processors to produce a system that can monitor the voltage of conversions generated by solar sell. With regard to the outcome can sell solar voltage monitor to determine whether the solar sell produce to the maximum voltage or no further need to be cleaned on the surface or not. In addition to monitoring the voltage produced by solar sell to ensure that

sell solar surface needs to be cleaned or not by comparing the sensor light generated by LDR. By comparing the LDR and the effective time of the sun can be converted generates a voltage that can be to determine whether the solar sell has been converting well or not.

**Keywords** — LDR, AVR, solar cell

**Abstrak**— bersamaan makin bertambahnya jumlah penduduk mengakibatkan dampak untuk memenuhi kebutuhan semakin meningkat diantaranya untuk memenuhi kebutuhan energy listrik. Sedangkan untuk menghasilkan energy saat ini masih banyak menggunakan berbahan fosil untuk menghasilkan energy, beberapa pembangkit menggunakan batubara untuk menghasilkan listrik. Oleh karena itu penggunaan energy yang terbarukan sangat melimpah di Indonesia yang terdapat di daerah tropis. Diantaranya dari sinar matahari yang dapat digunakan sebagai sumber energy atau sumber energy alternative. Untuk mndukung proses konversi dari energy matahari menjadi energy listrik berlangsung baik diperlukan perawatan dan monitoring agar didapat sumber energy yang maksimal. Kurangnya maksimal konversi energy yang dihasilkan oleh solar sell salah satunya diakibatkan oleh pengotoran permukaan solar sell, bias oleh debu, daun-daun, debu yang menempel dan terkena air. Dengan terjadinya

pengotoran permukaan solar sell oleh debu akan terganggu konversi energi yang dihasilkan solar sell. Dengan menggunakan programmable device keluarga AVR yang berfungsi sebagai pengolah untuk menghasilkan sistem yang dapat melakukan monitor tegangan dari konversi yang dihasilkan oleh solar sell. Dengan memperhatikan hasil monitor tegangan solar sell dapat untuk menentukan apakah solar sell menghasilkan tegangan secara maksimal atau tidak selanjutnya perlu dilakukan pembersihan pada permukaannya atau tidak. Selain memonitor tegangan yang dihasilkan solar sell untuk memastikan bahwa

permukaan solar sell perlu dibersihkan atau tidak dengan membandingkan dari sensor cahaya yang dihasilkan oleh LDR. Dengan membandingkan LDR dan waktu efektif matahari dapat dikonversi menghasilkan tegangan yang dapat untuk menentukan apakah solar sell telah melakukan konversi dengan baik atau tidak.

**Kata Kunci**—LDR, AR, solar sell

## I. Pendahuluan

### A. Latar Belakang

Konsep energi terbarukan diperkenalkan pada tahun 1970-an definisi paling umum energi baru terbarukan (terbarukan) adalah energi yang bersumber dari energi yang dapat dengan cepat diisi kembali oleh alam, dengan proses berkelanjutan. Energi terbarukan atau terbarukan (renewable energy) merupakan energi yang dihasilkan oleh sumber alam berupa energi yang berasal dari proses alami yang berkelanjutan, seperti radiasi (sinar) matahari, angin, proses biologi, biomassa dan panas bumi. Dari semua energi terbarukan yang melimpah khususnya yang berada di daerah tropis adalah sinar matahari. Energi matahari dapat diambil dijadikan energi listrik melalui solar sell sebagai konversi energi. Solar sell atau sel photovoltaic, adalah sebuah komponen semikonduktor yang terdiri dari sebagian besar dioda p-n junction dan dengan adanya cahaya matahari mampu menciptakan energi listrik. Perubahan ini disebut efek photovoltaic.[3]

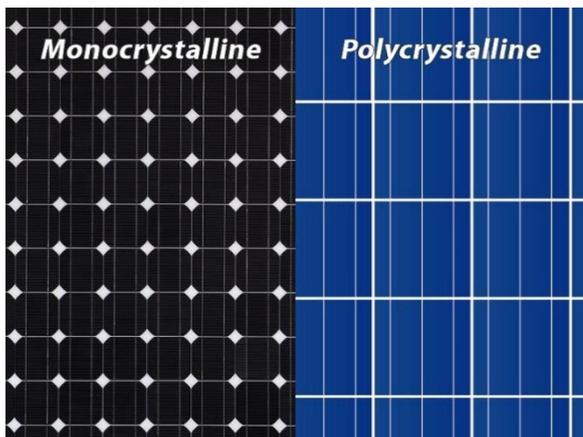
### Monokristal (Mono-crystalline)

Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini dan menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan

yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Memiliki efisiensi sampai dengan 14 - 18%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), sehingga efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

**Polikristal (Poly-crystalline)**

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel surya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal



Gambar 1. Solar sell mono dan poly crystalline

Efisiensi solar sell merupakan perbandingan output listrik yang dihasilkan oleh solar sell dengan jumlah energi cahaya matahari yang diterima permukaan solar sell.

Solar sell merupakan perangkat yang akan bekerja maksimal dengan ketentuan permukaan yang terkena sinar matahari tidak terjadi pengotoran. Dalam penggunaan solar sell yang kadang-kadang ditempatkan di daerah terpencil atau daerah yang polusinya tinggi di jalan raya yang umumnya difungsikan sebagai sumber energi untuk PJU. PJU yang terdapat di jalan raya dengan tiap hari debu dihasilkan oleh kendaraan, lama kelamaan mengakibatkan penumpukan debu pada permukaan solar sell. Dari pengotoran permukaan solar sell konversi energi dari matahari menjadi tegangan DC yang selanjutnya disimpan di battery menjadi tidak maksimal energi yang tersimpan di battery. Untuk solar sell yang dipasang di daerah terpencil (untuk sumber energi alat deteksi banjir dan longsor seperti yang pernah kami lakukan dalam rangka program hibah IBM) umumnya minim pemahaman perawatan dan kurang mengertinya akan sumber energi solar sell sehingga di daerah terpencil yang banyak pepohonan memungkinkan terjadinya pengotoran permukaan solar sell dengan adanya daun-daun dari pohon yang hinggap di permukaan solar sell.

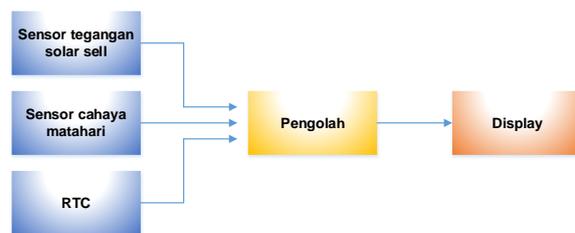
**B. Urgensi Penelitian**

Keutamaan dari hasil penelitian ini adalah energi dari solar sell dapat dimaksimalkan dengan memonitor tegangan yang dihasilkan. Dengan cara membandingkan dengan komponen lain yang dapat mengidentifikasi cahaya matahari.

**C. Tujuan Penelitian**

Dalam penelitian ini bertujuan mendapatkan perangkat yang dapat memonitor tegangan dari solar sell yang benar dengan adanya pengaruh dari pengotoran debu, kondisi cuaca (mendung, hujan), waktu (terbit-terbenam). Yang membandingkan dengan hasil dari perubahan yang dihasilkan oleh LDR.

Untuk system penelitian ini terdapat diagram blok pada gambar 2. System terdiri atas beberapa sensor diantaranya sensor tegangan dc, sensor cahaya matahari, sensor waktu yang dibangkitkan oleh RTC.



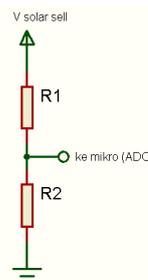
Gambar 2. Diagram system monitoring tegangan solar sell

Dari diagram system di atas monitoring menjadi bagian yang sangat penting untuk menentukan tingkat konversi yang dilakukan oleh solar sell, dengan demikian tiga bagian dari diagram tersebut adalah :

**1. Masukan system**

Pada masukan system merupakan bagian system yang berfungsi untuk menghasilkan nilai atau data dari hasil pembacaan sensor terhadap tegangan, cahaya matahari, dan RTC.

1.1. Sensor tegangan, solar sell perangkat yang menghasilkan tegangan dc yang merupakan hasil dari konversi cahaya matahari menjadi tegangan dc. Dengan memperhatikan tegangan yang dihasilkan oleh solar sell dari kurang lebih 1 volt sampai 23 volt, sedangkan pengolah mikrokontroler ADC nya hanya bisa menerima tegangan dari 0 volt sampai 5 volt, maka diperlukan penyesuaian dengan memanfaatkan pembagi tegangan sebagai sensor tegangan dc nya.

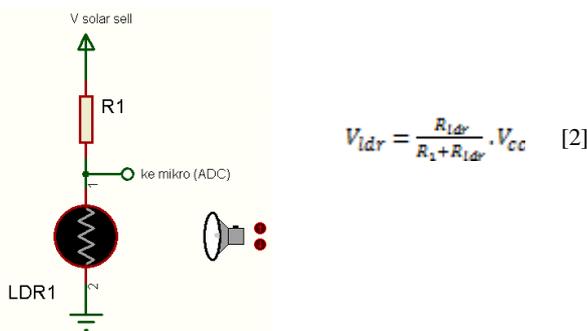


$$V_{adc} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{solar\ sell} \quad [1]$$

Gambar 3. Pembagi tegangan

Dengan membuat perbandingan  $R_1$  dan  $R_2$  yang menghasilkan nilai tegangan tidak melebihi 5 volt, jika tegangan yang dihasilkan oleh solar sell pada tegangan puncaknya, nilai hasil pembagi tegangan tersebut dapat di olah oleh mikrokontroller.

- 1.2. Sensor cahaya, untuk memastikan apakah tegangan yang dihasilkan oleh solar sell benar atau tidak, diperlukan pembanding yang digunakan untuk mengetahui kondisi sinar matahari. Salah satu komponen yang dapat untuk mengetahui kondisi cahaya matahari adalah komponen LDR. LDR memiliki karakteristik jika terkena cahaya matahari maka nilai resistensi LDR menjadi menurun, sesuai dengan tingkat kecerahan cahaya matahari. Dengan demikian LDR dapat digunakan untuk mengetahui kondisi cahaya matahari dengan merangkai secara seri dengan resistor seperti pada gambar 4.



Gambar 4. LDR sebagai sensor

Dengan mengetahui sifat dari LDR yang akan berubah nilai resistensinya jika terkena cahaya matahari, maka dengan merangkai seperti gambar 4. menghasilkan tegangan variatif sesuai dengan kondisi cahaya matahari.

- 1.3. Sensor waktu, diperlukan untuk memastikan bahwa matahari terbit sampai matahari terbenam dapat dideteksi dari waktu. Waktu sendiri dibangkitkan oleh RTC (*real time clock*), hasil keluaran dari RTC berupa tanggal (*date*) dan jam (*time*). Dari pembangkit RTC yang dihasilkan oleh komponen DS1307 berupa tanggal dan jam, mikrokontroller dapat membaca tanggal dan jam yang ada di DS1307. Sehingga dapat untuk mendeteksi waktu efektif matahari dapat digunakan untuk menghasilkan energy listrik, hal tersebut juga terkait dengan tempat daerah di mana solar sell di tempatkan.
2. Pengolahan sistem  
 Pengolah merupakan bagian dari sistem yang berfungsi mengolah nilai-nilai dari masukan (tegangan, cahaya matahari, dan waktu) yang memanfaatkan mikrokontroller atmega8535. Pada mikrokontroller atmega8535 memiliki ADC internal yang sangat diperlukan sebagai konversi nilai yang dihasilkan oleh sensor tegangan, sensor cahaya.

Dengan mendapat nilai dari hasil konversi yang dilakukan oleh ADC internal pengolah dapat menghasilkan nilai tegangan yang disensor dengan cara :

$$\text{tegangan}_{\text{terbaca}} = \frac{\text{biner terbaca}}{\text{biner acuan}} \times \text{tegangan\_maxinput}$$

Dengan menggunakan cara tersebut maka nilai tegangan dan nilai cahaya matahari dapat terbaca dan nilainya dapat diolah oleh mikrokontroller yang selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan tegangan keluaran dari solar sell baik atau tidak. Dalam penentuan tegangan keluaran solar sell baik atau tidak dapat dihasilkan dengan membandingkan hasil sensor dari LDR dengan tegangan keluaran dari solar sell. Proses membandingkan dapat dilakukan jika pengambilan data pada kondisi yang sama untuk digunakan sebagai acuan menentukan konversi yang dilakukan oleh solar sell optimal atau tidak pada kondisi sinar matahari yang sama.

3. Keluaran sistem  
 Bagian sistem ini bertugas mengolah hasil sensor dari LDR dan sensor tegangan dari tegangan yang dikeluarkan oleh solar sell. Pertama system mikrokontroller menyimpan data-data referensi antara LDR dan tegangan solar sell pada kondisi yang didasarkan pada waktu yang diambil dari RTC. Selanjutnya pengolahan data dari sensor LDR dan tegangan solar sell secara real time yang berikutnya dibandingkan dari hasil pengolahan tersebut dengan data referensi. Keputusan dari pengolahan tersebut selanjutnya menentukan apakah solar sell melakukan konversi cahaya matahari menjadi tegangan dc secara optimal atau tidak, keputusan ditampilkan melalui LCD (*liquid crystal display*)

## II. Metode Penelitian

Dalam melakukan penelitian berdasarkan tahapan-tahapan seperti pada gambar 5. Tahapan menentukan urutan yang harus dikerjakan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan yang ada pada proposal pengajuan penelitian.

1. **Persiapan bahan dan alat**, pada tahapan ini mempersiapkan bahan-bahan dan peralatan yang digunakan untuk membangun system monitor tegangan solar sell. Diantaranya dalam pengambilan data dari tegangan solar sell dan data dari sensor LDR serta yang dikaitkan dengan waktu yang dihasilkan oleh RTC. Data-data tersebut disimpan sebagai data yang digunakan untuk referensi yang selanjutnya dimanfaatkan untuk acuan setelah pengolahan data real time dari tegangan solar sell dan LDR.



Tabel 2. Pengukuran tegangan solar sell dan R LDR

Pukul	Teg. Solar sell tgl 27 juni 2015	Resistensi LDR		
		Timur	Tengah	Barat
8:30	19,59	195	213	216
8:50	19,3	191	211	212
9:45	18,88	192	192	212
10:35	18,61	192	150	212
11:35	19,35	197	186	220
12:35	18,72	219	198	163

2. **Pengambilan data**, pada tahapan ini melakukan pengukuran secara langsung tegangan solar sell dan resistensi yang dihasilkan oleh LDR, masing-masing pada waktu-waktu tertentu sesuai dengan tabel 1.

Tabel 1. pengukuran tegangan solar sell dan resistensi LDR

Pukul	Teg. Solar sell tgl 28 juni 2015	Resistensi LDR			Teg. Solar sell waktu charger
		Timur	Tengah	Barat	
7:30	18,98	273	294	305	12,17
8:30	18,8	260	320	414	12,35
9:30	18,77	214	208	220	12,49
10:30	19,18	220	197	233	12,59
11:30	18,96	216	190	240	12,74
12:30	19,78	202	192	186	12,88

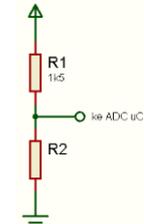
3. **Perencanaan**, Dalam perencanaan sistem pembersih dan monitoring terdapat dua bagian besar yaitu perencanaan perangkat keras dan perencanaan perangkat lunak.

a. **Perencanaan perangkat keras**  
 Untuk perencanaan perangkat keras membangun sistem mikrokontroler yang menggunakan atmega8535 sebagai pengolah, nilai yang diolah hasil keluaran dari sensor tegangan solar sell. Dari hasil pengukuran solar sell tanpa terhubung dengan charger nilai tegangan tertinggi 19,59 volt untuk membuat sistem dapat merespon dengan baik maka tegangan solar sell dapat diasumsikan 23 volt. untuk itu nilai resistor dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jika } R_1 &= 1,5 \text{ Kohm} \\ V_{\text{solar sell max}} &= 23 \text{ volt} \\ V_{\text{max ADC uC}} &= 5 \text{ volt} \end{aligned}$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{\text{solar sell max}} = V_{\text{max ADC uC}}$$

$$\frac{R_2}{1500 + R_2} \cdot 23 = 5$$



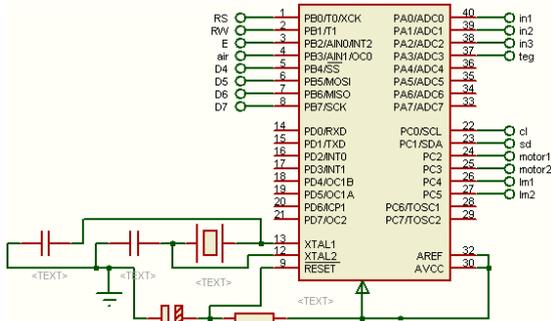
Gambar 6. Sensor tegangan solar sell

$$\begin{aligned} 23R_2 &= 7500 + 5R_1 \\ R_2 &= \frac{7500}{18} = 416,67 \end{aligned}$$

Nilai resistor yang mendekati 416,67 adalah 470 Ohm, sehingga untuk tegangan tertinggi dari solar sell 19,59 volt maka terbaca di ADC internal mikrokontroler sebagai berikut :

$$V_{inADC} = \frac{470}{470 + 1500} 19,59 = 4,674 \text{ volt}$$

Dengan memperhatikan tegangan  $V_{inADC}$  yang masih dalam interval tegangan yang diijinkan maka perbandingan resistor  $R_1$  dan  $R_2$  dapat digunakan dalam sistem sebagai sensor tegangan. Perencanaan pengolah yang menggunakan atmega8535 seperti pada gambar 7, dengan perencanaan PortB sebagai display berupa LCD sesuai penamaan yang ada di gambar 7. Sedangkan PORTB.3 digunakan sebagai masukan sensor mendeteksi adanya air hujan.

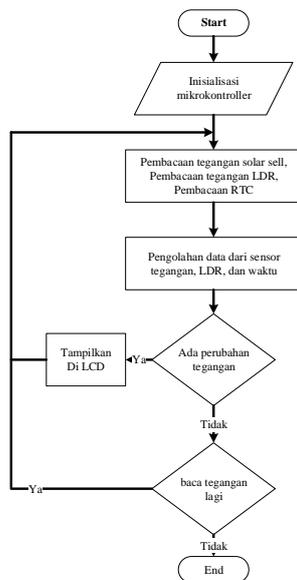


Gambar 7. Pengolah mikrokontroler atmega8535

Untuk masukan sensor tegangan dari solar sell yang menggunakan internal ADC mikrokontroler tersedia pada PORTA.3 (ADC3) sedangkan sensor LDR yang menggunakan tiga buah LDR menggunakan PORTA.0 .. PORTA.2 (ADC0 .. ADC2). Sedangkan untuk display digunakan pada PORTB.

#### 4. perencanaan perangkat lunak

Agar sistem mikrokontroler dapat berfungsi sesuai dengan tujuan dari penelitian ini maka device mikrokontroler ditanamkan perintah berupa bahasa pemrograman, disini menggunakan bahasa pemrograman C, untuk logika program seperti gambar 8, berupa flowchart.



Gambar 8. Flowchart logika program

Pertama atmega8535 melakukan inisialisasi yang berisi penetapan konstanta-konstanta yang terkait pada proses pengolahan yang dilakukan oleh atmega8535, pembacaan sensor dilakukan pada rentang waktu matahari terbit sampai matahari terbenam. Dari hasil pembacaan sensor tegangan dibandingkan dengan hasil sensor LDR untuk memastikan bahwa penurunan tegangan memang terjadi karena ada terlindung oleh awan atau tidak. Dengan membandingkan didapat keputusan apakah perlu pembersihan permukaan atau tidak.

### III. Hasil dan Pembahasan

Dalam melakukan pengujian sistem dilakukan dua bagian besar pengujian logika program dengan memanfaatkan software simulator, hal tersebut dilakukan untuk memastikan bahwa logika program dirancang sudah sesuai dengan tujuan dari penelitian. Selain untuk pembuktian tingkat kebenaran logika program simulator menghemat waktu dan biaya.

#### 1. Pengujian tegangan solar sell

Untuk melakukan pengujian sensor tegangan solar sell dari hasil pengukuran di dapat

Tabel 3. Pengukuran dengan pengotoran dan tidak

PERIODE	Pengotoran dgn debu		Pengotoran dgn daun		Pengotoran dgn air		Tidak ada pengotoran	
	POLY	MONO	POLY	MONO	POLY	MONO	POLY	MONO
JAM 08.00	19,6	19	20,1	21,3	19,4	18,6	23,1	18,9
JAM 09.00	19,2	19,7	26,5	19,2	19,4	18,9	24,9	19,5
JAM 10.00	19,8	20,3	29,5	19	20,1	20,4	24,4	20,1
JAM 11.00	19,4	19	32,7	20,3	20,2	20,6	29,6	19,6
JAM 12.00	19	19,5	26,5	20,2	19,8	20,4	19,3	19,7
JAM 13.00	18,9	19,3	23,7	19,3	19,3	19,7	17,9	18,5
JAM 14.00	18,6	19,1	15,7	17	18	18,6	17,8	18,4
JAM 15.00	16,7	17,5	18,4	19	17,4	18,1	18,7	19,1
JAM 16.00	16	16,9	15	16,2	17,2	17	17,9	18,4
JAM 17.00	12,7	13,9	7,4	8,1	12,8	14,1	13,1	14,3
JAM 18.00	0,8	1,4	6,3	7,2	1	1,7		
RATA - RATA	16,43	16,87	20,16	16,98	16,78	17,10	20,67	18,65

Dari tabel 3 menunjukkan bahwa tegangan keluaran dari solar sell berubah dengan adanya penutupan permukaan pada solar sell yang diakibatkan oleh pengotoran permukaan solar sell, pengotoran dapat terjadi adanya debu, daun, dan air.

#### 2. Pengujian tegangan LDR

Dengan memberikan cahaya pada LDR akan mengubah resistensi dalam LDR dengan merangkai secara seri dengan resistor maka didapat pembagi tegangan dan menghasilkan dari pengukuran pada tabel 4.

Tabel 4. Pengukuran tegangan LDR cerahan cahaya

Jam	LDR1 (volt)	LDR2 (volt)	LDR3 (volt)	Lumen/m
6	2.19	2.36	2.64	839
7	0.18	0.23	0.51	3020
8	0.09	0.1	0.12	15750
9	0.05	0.07	0.1	20000
10	0.04	0.05	0.08	20000
11	0.06	0.04	0.07	20000
12	0.07	0.04	0.05	20000
13	0.08	0.05	0.04	20000
14	0.08	0.06	0.05	20000
15	0.1	0.09	0.05	17860
16	0.15	0.13	0.08	8260
17	0.36	0.35	0.34	1568
18	5.05	5.09	5.02	0.58

Tegangan yang dihasilkan ditentukan pada rancangan sensor LDR hal tersebut disebabkan cahaya yang masuk atau mengenai permukaan LDR menentukan perubahan resistensi dalam dari LDR tersebut. Selain pada rancangan peletakan LDR juga ditentukan oleh resistor pembagi tegangan yang digunakan, hal tersebut menentukan tingkat sensitif atau perubahan tegangan dari pembagi tegangan tersebut. Sebagai pembading tingkat kecerahan cahaya menggunakan alat ukur kecerahan cahaya matahari.

**3. Prototipe lengkap alat pembersih**

Alat pembersih permukaan solar sell seperti pada gambar 11 di bawah :



Gambar 9. Pembersih permukaan solar sell

Dari gambar 9. terdapat motor penggerak pembersih permukaan, dan peletakan tiga LDR dipasang sesuai sudut kemiringan yang menunjukkan posisi matahari.



Gambar 10. Sistem pengola

Pada gambar 10 menunjukkan system mikrokontroller secara lengkap yang terdiri dari pengisi aki otomatis, penggerak motor dc, dan system mikrokontroller atmega8535.

**IV. Kesimpulan**

1. Dari tabel 1 dan tabel 2 menunjukkan bahwa penggunaan LDR dapat untuk acuan tingkat kebenaran tegangan keluaran yang dihasilkan oleh solar sell, dengan memasukan data tersebut ke dalam system mikrokontroller.
2. Tegangan solar sell dapat berubah dengan dipengaruhi pengotoran pada permukaan solar sell, pengotoran dapat diakibatkan oleh debu, daun, air dan yang lain mengakibatkan sinar matahari tidak bisa langsung mengenai permukaan solar sell.

**V. Daftar Pustaka**

[1] Kenneth J. Ayala, *The 8051 Microcontroller architecture, programming, and application*, wesh publishing company, 1991.  
 [2] Adel S. Sedra, *Microelectronic Circuit*, oxford university publishing press inc, 2004.  
 [3] Stephen J. Fonash, *Solar Cell Device Physics*, Elsevier Inc, 2010.  
 [4] A.R. Jha, Ph.D., *Solar Cell Technology and Applications*, Auerbach Publications, 2