

Rancangan Prototipe Sistem Penjejak Solar Cells

Nurwijayanti, Bekti Yulianti, Yohannes Dewanto.

*Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Suryadarma
Jl Protokol Halim Perdanakusuma, kompleks Bandara Halim Perdanakusuma
Jakarta 13610, Indonesia Telp: (012) 8093475, 8009249, Fax : (012) 8009246.
Email: simondewanto@gmail.com*

Abstrak

Saat ini kebutuhan energi terbarukan meningkat. Hal ini merupakan dampak tingginya aktivitas kehidupan menggunakan energi listrik. Selama ini kebutuhan energi listrik masih mengandalkan bahan bakar fosil sebagai penyangga utama kebutuhan energi yang langka dan mahal harganya. Energi matahari merupakan sumber energi yang sangat besar dan sel surya adalah salah satu alternatif alat yang dapat merubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Saat ini pemasangan panel surya banyak yang terpasang permanen, sehingga kurang efisien dalam penerimaan sinar matahari. Kesulitan yang timbul adalah memaksimalkan penyerapan intensitas cahaya matahari terutama pembentukan sudut tegak lurus antara panel surya dengan arah datangnya sinar matahari. Agar panel surya senantiasa menghadap ke posisi matahari yang selalu berubah, maka dibuatlah alat penjejak matahari dan mikrokontroler ATmega 8535 sebagai pengendali. Dari hasil ujicoba yang dilakukan alat penjejak tersebut dapat mengikuti arah sinar dengan baik.

Katakunci : sensor cahaya, pengendali, system penjejak

1. Latar Belakang

Kebutuhan masyarakat akan energi listrik semakin tinggi, khususnya di kota-kota besar energi listrik sudah merupakan kebutuhan manusia. Saat ini, sumber energi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik hanya menggunakan bantuan minyak bumi, batu bara, angin dan air. Sebenarnya, ada sumber energi lain yang dapat digunakan, salah satunya menggunakan energi cahaya matahari.

Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan cara merangkai suatu alat yang dapat digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Alat yang dapat digunakan adalah solar cell. Teknologi dengan menggunakan solar cell telah lama dikenal oleh manusia.

Umumnya, solar cell merupakan sebuah hamparan semikonduktor yang dapat menyerap foton dari sinar matahari dan diubah menjadi listrik. Energi listrik yang dihasilkan dari solar cell akan maksimal apabila solar cell selalu tegak lurus terhadap arah datangnya sinar matahari. Dengan kata lain, solar cell harus mengikuti arah pergerakan cahaya matahari.

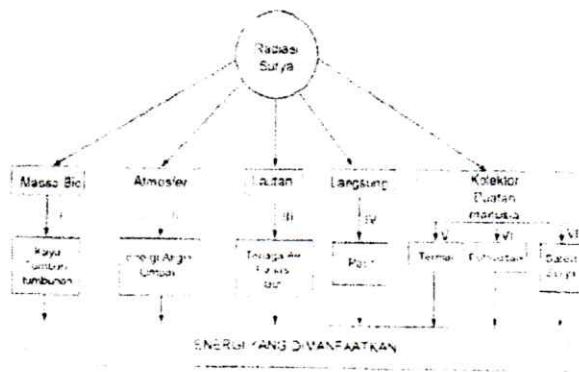
Kesulitan yang timbul untuk memaksimalkan penyerapan intensitas maksimum cahaya matahari adalah dalam hal pembentukan sudut tegak lurus antara solar cell dengan arah datangnya sinar matahari. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat mengendalikan solar cell secara otomatis agar tetap fokus terhadap arah datangnya sinar matahari.

Untuk mengatasi hal tersebut, maka pada tulisan ini, dijabarkan suatu metode dengan menggunakan mikrokontroler AVR ATmega8535. Mikrokontroler AVR ATmega8535 memiliki beberapa kelebihan, diantaranya dapat menggunakan program bahasa C yang lebih mudah di pahami bila dibandingkan dengan program bahasa assembler.

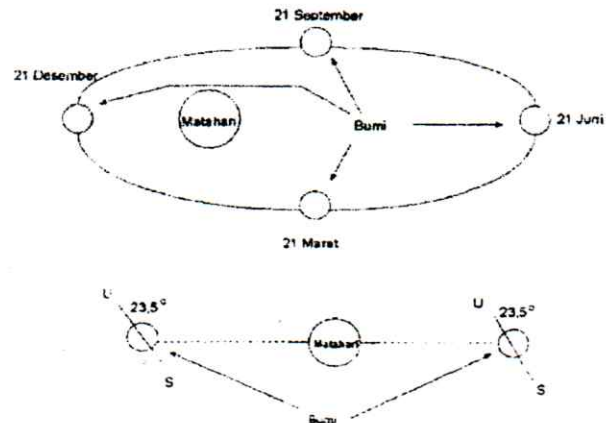
2. Landasan Teori.

2.1 Energi surya dan pemanfaatannya [14]

Energi surya memasuki atmosfer bumi dengan kepadatan yang diperkirakan sebesar antara satu hingga $1,4\text{kW/m}^2$ dengan arah tegak lurus terhadap poros sinar. Dari jumlah tersebut 34% dipantulkan kembali ke ruang angkasa dan terdapat lebih kurang 560W/m^2 yang diserap bumi, lihat Gambar1.



Gambar1. Energi Matahari dan Pemanfaatannya.



Gambar2. Rotasi Bumi dalam 1 tahun .

2.2 .Radiasi matahari di permukaan bumi [14]

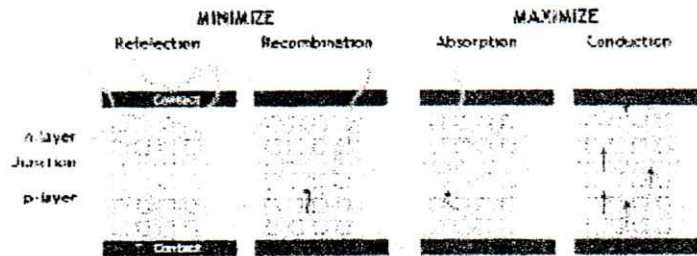
Planet bumi hampir berbentuk bulat dengan jari- jari 6370km. Waktu yang diperlukan untuk sekali berotasi pada sumbunya adalah 24 jam dan waktu yang diperlukan untuk sekali berevolusi terhadap matahari 365hari.

Bumi mengelilingi matahari dengan lintasan berbentuk elips dengan matahari terletak pada salah satu fokus. Pada tanggal 21 Desember posisi bumi berada terdekat dengan matahari (perihelion). Sedangkan pada tanggal 21 juni posisi bumi paling jauh (aphelion). Perbedaan jarak tersebut berkisar $\pm 33,3\%$.

Karena intensitas radiasi matahari di luar atmosfer bumi berbanding terbalik dengan jarak bumi dan matahari, maka pada akhir Desember bumi menerima radiasi sebesar 7,0% berbanding terbalik dengan penerimaan radiasi pada akhir Juni.

Sumbu rotasi bumi miring $23,45^\circ$ terhadap orbitnya sewaktu mengelilingi matahari sehingga mempengaruhi perhitungan jumlah distribusi radiasi matahari, perubahan waktu siang dan malam, dan pergantian musim. Indonesia terletak di ekuator, maka perubahan waktu siang dan malam serta pergantian musim tidak besar pengaruhnya sehingga tidak begitu terasa jika dibandingkan dengan daerah-daerah dengan lintang yang besar, lihat Gambar 2.

Matahari melepaskan energinya dalam jumlah yang sangat besar dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Radiasi elektromagnetik ini memiliki dualisme sifat, yaitu sebagai gelombang dan partikel. Sebagai partikel radiasi matahari berinteraksi dengan materi disebut photon. Photon inilah yang dimanfaatkan untuk keperluan pembangkitan tenaga listrik melalui sel surya lihat Gambar3



Gambar3. Radiative Transition of Solarcell

2.3 Prinsip kerja solar cell [11]

Solar cell adalah salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi, dan lagi sumber energinya banyak tersedia di alam, yaitu sinar matahari, terlebih di negeri tropis semacam Indonesia yang menerima sinar matahari sepanjang tahun.

Namun, solar cell masih memiliki permasalahan yaitu dari efisiensi yang sangat rendah dalam merubah energi surya menjadi energi listrik. Sampai saat ini efisiensi tertinggi yang bisa dicapai tidak lebih dari 20%, itupun dalam skala laboratorium. Secara sederhana solar cell terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (p-n junction semiconductor) yang jika tertimpa sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Bagian utama perubah energi sinar matahari menjadi listrik adalah absorber (penyerap), meskipun demikian, masing-masing lapisan juga sangat berpengaruh terhadap efisiensi dari solar cell. Sinar matahari terdiri dari bermacam-macam jenis gelombang elektromagnetik yang secara spektrum. Oleh karena itu absorber disini diharapkan dapat menyerap sebanyak mungkin solar radiation yang berasal dari cahaya matahari.

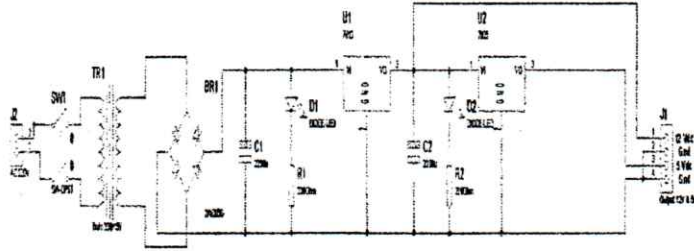
Lebih detail lagi dapat dijelaskan sinar matahari yang terdiri dari photon-photon, jika menimpa permukaan bahan solar cell (absorber), akan diserap, dipantulkan atau dilewatkan begitu saja, dan hanya photon dengan tingkat energi tertentu yang akan membebaskan elektron dan ikatan atomnya, sehingga mengalir arus listrik, lihat Gambar 3.

3. Perancangan Sistem Penjejak Sel Surya.

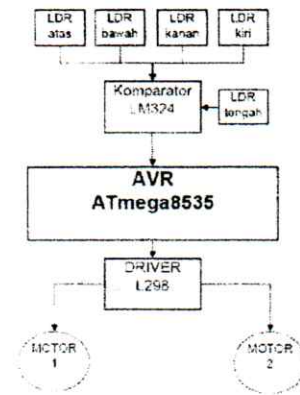
Pada tulisan kali ini, system penjejak sel surya yang dibuat masih dalam taraf, simulator. Adapun rancangan simulator pelacak sinar ini memiliki prinsip kerja yaitu menghadapkan panel surya kearah intensitas cahaya yang paling tinggi, secara blok dapat dilihat pada Gambar 5. Berikut akan diuraikan isi tiap blok dari rancangan

3.1. Rangkaian Power Supply [13]

Rangkaian catu daya merupakan bagian yang menyediakan tegangan untuk semua bagian dari seluruh komponen elektronik yang digunakan. Rangkaian catu daya ini menggunakan trafo 1 Ampere dan pada pembuatan alat ini dibutuhkan catu daya sebesar 12 Vdc , 5 Vdc dan ground Untuk mendapatkan catu daya sebesar 12 Vdc maka digunakan IC Voltage Regulator 7812 untuk mencatu rangkaian driver motor, sedangkan catu daya sebesar 5 Vdc maka digunakan IC Voltage Regulator 7805 untuk mencatu rangkaian sistem minimum ATmega8535, driver L298, dan rangkaian sensor cahaya.



Gambar4. Rangkaian Power Supply Penjejak Surya

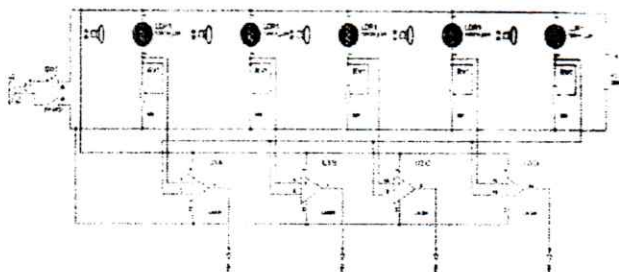


Gambar 5. Diagram Blok Sistem

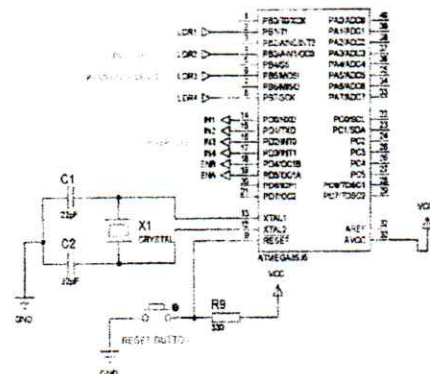
3.2 Rangkaian Sensor dan Komparator LM324 [5],[7]

Rangkaian sensor cahaya dalam perancang ini terdiri dari 5 buah LDR, 5 buah potensio, dan sebuah LM324. Berikut fungsi masing-masing komponen dalam perancangan ini:

1. LDR berfungsi sebagai sensor peka cahaya yang akan berubah tahanannya menjadi rendah ketika terkena cahaya sehingga dapat melewati tegangan yang lebih besar. Satu buah LDR dipasang di tengah sebagai pembanding dari 4 buah LDR lainnya.
2. Potensio di fungsikan sebagai pengatur tegangan agar kecepatan respon terhadap perubahan cahaya dapat disesuaikan dengan kebutuhan.
3. LM324 di fungsikan sebagai komparator yaitu membandingkan 2 buah masukan tegangan sehingga dapat menghasilkan tegangan konstan untuk logika "high atau "low"



Gambar 6. Rangkaian LDR dan Komparator LM 324



Gambar 7. Rangkaian I/O ATmega 8535.

3.3 Rangkaian Input dan Output ATmega8535 [1],[2],[3]

Dalam menjalankan chip IC mikrokontroler AVR memerlukan komponen elektronika pendukung lainnya. Suatu rangkaian yang paling sederhana dan minim komponen pendukungnya disebut sebagai suatu rangkaian sistem minimum. Dalam rancangan ini digunakan MA8535 yaitu modul mikrokontroler siap pakai buatan creative vision yang didalamnya terdapat chip Atmega8535 beserta rangkaian sistem minimumnya dan menggunakan interface USB untuk pemrogramannya. Berikut rangkaian port mikrokontroler ATmega8535 yang di jadikan input dan output, lihat Gambar 7.

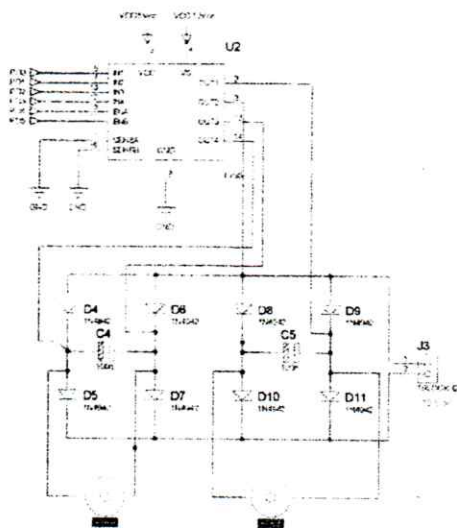
3.4 Rangkaian Antarmuka untuk driver pada Motor Penggerak [4], [12]

Rangkaian driver dirancang untuk mengaktifkan motor DC sebagai penggerak penjejak sel surya. Kombinasi rangkaian antarmuka driver ini dirancang supaya motor DC dapat berputar forward-reverse, menyesuaikan input program yang bekerja berdasarkan pembacaan sinyal dari LDR.

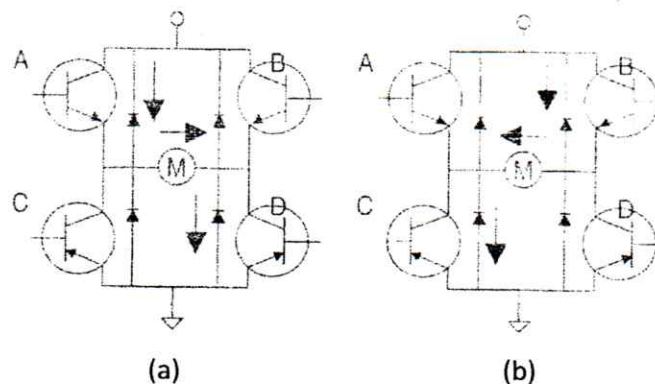
Rangkaian antar muka driver ini diperlukan untuk memberikan pemisahan tegangan kontrol sebesar 5 volt yang dihasilkan dan keluaran mikrokontroler menjadi tegangan sesuai yang dibutuhkan oleh motor DC tersebut.

Perancangan ini menggunakan IC driver L298 yang memiliki kemampuan menggerakkan motor DC sampai arus 2A dan tegangan maksimum 40 VoltDC untuk satu kanalnya. Pin Enable A dan B untuk mengendalikan jalan atau kecepatan motor, pin Input 1 sampai 4 untuk mengendalikan arah putaran. Pin Enable diberi VCC 5 Volt untuk kecepatan penuh dan PWM (*Pulse Width Modulation*) untuk kecepatan rotasi yang bervariasi tergantung dan level highnya, skema lengkap lihat Gambar 8.

Didalam IC L298, untuk mengendalikan arah putaran motor digunakan metode bridge-H dan kombinasi transistor, jadi dengan metode demikian arus yang mengalir ke motor polaritasnya dapat diatur dengan memberikan logika ke transistor A sampai D. Kondisi high untuk semua input tidak diijinkan sebab akan mengakibatkan semua transistor aktif dan akan merusakkan transistor karena secara otomatis arus dari kolektor A dan B langsung mengalir ke B dan C sehingga arus sangat besar tanpa melalui beban motor DC, lihat Gambar 9.



Gambar 8. Rangkaian driver motor.



Gambar 9.(a) Untuk arah putaran kanan.
(b) Untuk arah putaran kiri.

4. Pengujian Alat.

4.1 Pengujian Rangkaian Power Supply

Pengujian pada rangkaian catu daya dilakukan dengan cara membandingkan nilai keluaran tegangan rangkaian dengan hasil dari pengukuran tegangan menggunakan AVO meter.

Tabel 1. Pengujian Sumber Tegangan

Tegangan Masukan ke IC Regulator (VAC)	Tegangan yang dibutuhkan (VDC)	Tegangan Pengukuran (VDC)
5	5	5,01
12	12	11,81

Hasil pengujian dapat diketahui bahwa tegangan keluaran dari IC Regulator 7805 adalah 5,01 VDC, IC Regulator 7812 adalah 11,81 VDC dengan menggunakan transformator 2 Ampere.

4.2 Pengujian Rangkaian Sensor

Pada Pengujian ini di ukur berapa besar resistansi serta tegangan yang dihasilkan oleh LDR baik sebelum disinari cahaya maupun setelah disinari cahaya. Rangkaian dikalibrasi dengan trimpot (hambatan variabel) sebesar 50 k Ω dan input tegangan ke rangkaian ini sebesar 5 Volt. Hasil dari pengujian rangkaian sensor cahaya, lihat tabel2.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Resistansi LDR.

Posisi LDR	Sebelum disinari (d2)	Setelah disinari (d2)
Belakang	44,7	0,98
Depan	44,5	0,96
Kiri	44,6	0,99
Kanan	44,9	0,90
Tengah	44,5	0,95

Dari Tabel 2 dapat dilihat perbedaan yang cukup signifikan dan besarnya resistansi yang di hasilkan oleh LDR ketika sebelum dan sesudah disinari oleh cahaya.

Tabel 3 Hasil Pengukuran Tegangan

Posisi LDR	Tegangan LDR	
	Sebelum disinari (V)	Setelah disinari (V)
Belakang	0,5	4,1
Depan	0,5	4,1
Kiri	0,5	4,1
Kanan	0,5	4,1
Tengah	0,5	4,1

Dari Tabel 4 hasil yang diperoleh sama seperti Tabel 3, terlihat perbedaan yang cukup signifikan dari besarnya tegangan yang di hasilkan oleh LDR ketika sebelum dan sesudah disinari oleh cahaya. Berdasarkan perhitungan menurut teori pembandingan tegangan dihasilkan data sebagai berikut :

Tabel 4. Tegangan Hasil Perhitungan Teoritis.

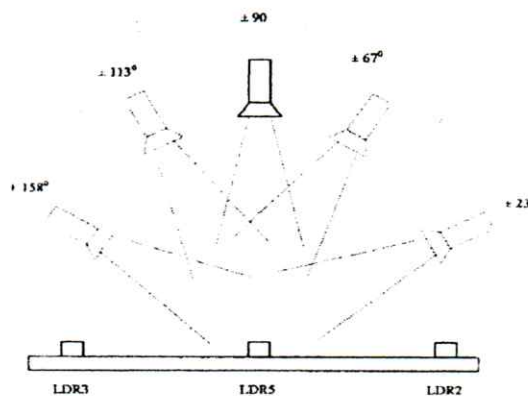
Posisi LDR	Tegangan LDR	
	Sebelum disinari (V)	Setelah disinari (V)
Belakang	0,5	4,2
Depan	0,5	4,2
Kiri	0,5	4,2

Kanan	0,5	4,2
Tengah	0,5	4,2

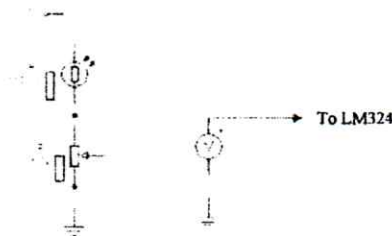
Setelah dihitung berdasarkan perhitungan teoritis dapat dilihat pada Tabel 3, besarnya tegangan yang dihasilkan oleh LDR sebelum dan sesudah disinari hampir mendekati dan hasil perhitungan berdasarkan pengujian alat.

4.3 Pengujian Alat Keseluruhan.

Setelah seluruh komponen terpasang, dan program selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba terhadap alat. Uji coba alat dilakukan secara bertahap dari satu rangkaian ke rangkaian berikutnya untuk mempermudah pemeriksaan dan perbaikan. Pengujian keseluruhan alat dilakukan dengan mengoperasikan seluruh alat dimulai dengan memberikan tegangan kemudian memberikan sinar pada sensor, apakah alat ini dapat bergerak terhadap datangnya cahaya. Jika alat bergerak terhadap datangnya cahaya maka alat tersebut telah bekerja dengan baik.



Gambar 10. Metode Penyinaran.



Gambar 11. Pengukuran pada LDR.

Dibawah ini adalah Tabel 5 hasil pengukuran tegangan dengan metode penyinaran diatas

Tabel 5. Hasil pengukuran Sensor.

	Sebelum Disinari	Tegangan keluaran saat penyinaran (Volt)				
		Sudut 23°	Sudut 67°	Sudut 90°	Sudut 113°	Sudut 158°
LDR 1	1,34	2,3	2,5	2,8	2,5	2,1
LDR 2	1,30	2,0	2,3	2,5	2,2	2,1
LDR 3	1,19	2,3	2,4	2,6	2,2	2,0

LDR 4	1,25	2,2	2,3	2,8	2,2	2,1
LDR 5	1,50	3,5	3,6	4,1	3,7	3,6

Pada rangkaian sesungguhnya tegangan keluaran LDR tersebut diatas adalah tegangan yang di gunakan sebagai input ke LM324. Pada rangkaian ini LM324 di fungsikan sebagai komparator/pembanding, jadi tegangan yang masuk pada pin inverting (V-) dan non-inverting (V+) akan dibandingkan mana yang paling besar. Bila hasil pengukuran output LDR di atas dimasukan mengikuti aturan komparator maka output yang dikeluarkan LM324 memiliki nilai logika 1 (high). Dari hasil pengukuran penyinaran di atas terlihat saat LDR5 di sinari dari beberapa sudut yang berbeda ternyata LDR lainnya ikut berubah tahanannya sehinga tegangan keluarannya naik. Hal ini menandakan bahwa jarak antara LDR5 dan LDR lainnya terlalu dekat sehingga. saat satu LDR disinari LDR lainnya juga terkena sinarnya walaupun intensitasnya berbeda.

5. Kesimpulan.

Dari hasil ujicoba model sistem penjejak sel surya, untuk mencari sumber cahaya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan prinsip kerja LDR untuk kondisi mendapatkan cahaya, maka tahanannya turun, sehingga dengan rangkaian diatas LDR yang mendapatkan kuat cahaya terbesar, sehingga tegangan yang dihasilkan adalah tertinggi.
2. Logika keluaran komparator ini, digunakan sebagai sinyal informasi bagi mikrokontroler untuk menggerakkan motor DC menuju arah LDR dengan tegangan terbesar tersebut. Dengan demikian penjejak sel surya akan mencari sumber cahaya terkuat, hingga didapat kondisi tegangan keluaran LDR pembanding sama atau bahkan lebih besar dari keempat LDR yang dituju tersebut. Jika keluaran komparator berlogika rendah, mikrokontroler melalui program akan menghentikan putaran motor DC.
3. Dari hasil pengujian keseluruhan alat, pada saat LDR belakang disinari cahaya, tegangan pada LDR belakang sebesar 4,2 V, pada kondisi ini LDR yang ditengah tidak mendapatkan cahaya dengan intensitas yang tinggi, sehingga tegangan pada LDR tengah sebesar 0,5 V. Pada kondisi ini system penjejak sel surya akan bergerak ke arah LDR belakang, sampai LDR tengah mendapatkan intensitas cahaya yang tinggi dan solar tracker akan berhenti. Jika diukur tegangan LDR tengah sebesar 4,2 V, dan sama besar dengan tegangan kedua LDR lainnya, yang terkena cahaya dengan intensitas tinggi. Maka posisi penjejak sel surya akan tegak lurus dengan arah datangnya cahaya yang memiliki intensitas tinggi.
4. Apabila semua LDR terkena cahaya dengan mtensitas yang sama atau semuanya tidak terkena cahaya maka solar tracker akan diam atau tidak bergerak sampai ada salah satu LDR terkena cahaya dengan intensitas yang berbeda dengan LDR lainnya.

Daftar Pustaka.

- [1]. Adrianto, Heri. 2008. Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR). Informatika. Bandung.
- [2]. Creative Vision. Buku Manual MA-8535.
- [3]. Data sheet AVR ATmega8535.
- [4]. Data sheet Dual Full- Bridge Driver L298.
- [5]. Fitzgerald, A. E. 1993. Dasar-Dasar Elektroteknik. Erlangga. Jakarta.
- [6]. HP InfoTech S.R.L. 1998-2004. CodeVisionAVR V1.24.2 User Manual.
- [7]. Petruzella, Frank D. 1996. Elektronik Industri. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [8]. Setiawan, Sultan. 2006. Mudah dan Menyenangkan Belajar Mikrokontroler. Penerbit Andi. Yogyakarta.

- [9]. Winoto, Ardi. 2008. Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan pemrogramannya dengan bahasa C pada WinAVR. Informatika. Bandung.
- [10]. <http://www.electroniclab.com/robotavoider.htm>, tanggal 20 Oktober 2011.
- [11]. <http://rifkymedia.wordpress.com/2009/11/13/bagaimana-cara-kerja-solar-cell.htm>, tanggal 2 Desember 2011.
- [12]. <http://www.ifulji.com/2.01.0/02/driver-motor-1298.html>, tanggal 2 Desember 2011.
- [13]. <http://tutorial-elektronika.blogspot.com/search/label/IC.html>, tanggal 2 Desember 2011.
- [14]. http://www.areenenergybuild.com/images/illust_radiation.gif, tanggal 2 Desember 2011.

