

LDR UNTUK MENENTUKAN POSISI SOLAR CELL MENGGUNAKAN PENGOLAH ATMEGA8

Ahmad Ridhoi, Kukuh Setyadjit, Aris Heri Andriawan
Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118
Telp. (031) 5931800, Faks (031) 5927817
E-mail : ridhoi@untag-sby.ac.id

Abstrak

Penentuan Posisi Solar Sel Terhadap Cahaya Matahari menggunakan hardware yang dapat memposisikan solar sel terhadap cahaya matahari. Hardware ini dibangun karena solar sel pada pembangkit listrik tenaga surya yang biasa digunakan masih menggunakan cara manual, yaitu dengan cara menghadapkan solar sel pada satu arah saja, Sehingga penerimaan cahaya matahari yang mengenai solar sel menjadi tidak maksimum karena cahaya matahari yang selalu bergerak. Pada alat inipenentuan posisi solar sel terhadap cahaya matahari ini, terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian hardware dan software. Bagian hardware terdiri dari rangkaian elektronika dan mekanik. Sedangkan bagian software berupa listing program yang akan diaplikasikan pada bagian elektronika. Penentuan Posisi Solar Sel Terhadap Cahaya Matahari ini bekerja berdasarkan pada posisi jatuhnya cahaya terhadap LDR yang berfungsi sebagai sensor, jika cahaya matahari mengenai salah satu sensor, maka secara otomatis hardware akan bekerja dan mengarahkan solar sel pada cahaya matahari. Dengan adanya penggabungan antara hardware dan software tersebut, maka dihasilkan suatu system yang dapat memposisikan secara otomatis solar sel berdasarkan pergerakan cahaya matahari.

Kata kunci : *solar cell, hardware, software, LDR*

1. LATAR BELAKANG

Kebutuhan akan energi semakin hari semakin besar, sedangkan persediaan energi di bumi ini yang tak dapat diperbaharui memiliki jumlah yang terbatas dan semakin tahun akan semakin sedikit dan akhirnya habis. sehingga membuat manusia harus berpikir untuk mencari solusi agar mencari energi alternatif baru yang tak dapat habis atau dapat diperbaharui. Dimaksud dengan energi terbarukan di sini adalah energi non-fosil yang berasal dari alam dan dapat diperbaharui. Bila dikelola dengan baik, sumber daya itu tidak akan terbuang percuma dan bisa dimanfaatkan secara terus menerus oleh manusia karena sifatnya yang dapat diperbaharui.

Sumber energi surya (matahari) merupakan salah satu potensi terbesar yang ada di bumi guna menggantikan peran bahan bakar minyak di masa mendatang. Untuk memanfaatkan potensi energi surya, maka dirancanglah sistem pembangkit listrik tenaga surya sebagai media pemanfaatan energi matahari. Dengan adanya pembangkit listrik tenaga surya ini maka diharapkan dapat menggantikan peran bahan bakar minyak sebagai bahan bakar utama yang digunakan untuk menggerakkan mesin penghasil listrik^[2].

Dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Sel Surya yang dirancang masih permanen/tidak variabel, sehingga hasil penangkapan sinar matahari oleh Sel Surya tidak maksimal. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dirancanglah sebuah penentuan posisi solar cell terhadap cahaya matahari yang

digunakan untuk mengikuti arah cahaya matahari, sehingga dapat memaksimalkan kinerja sel surya karena akan mengikuti arah cahaya matahari, dengan asumsi penentu posisi solar sel ini akan mengikuti cahaya yang paling tinggi intensitasnya. Untuk merealisasikan sistem tersebut, dibutuhkan beberapa LDR sensor cahaya sebagai pembaca arah datangnya cahaya matahari^[2].

Dengan adanya solar cell tracker ini, maka panel surya akan mendapatkan sinar matahari yang optimal karena selalu mengikuti arah cahaya matahari. dengan begitu, panel surya yang mendapat cahaya yang optimal, maka listrik yang dihasilkan akan optimal pula.

1.1. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini merupakan hardware yang dapat mengikuti cahaya matahari secara otomatis, sehingga memaksimalkan penerimaan cahaya matahari terhadap sel surya agar selalu mendapatkan posisi penyinaran yang optimal.

1.2. Urgensi

Urgensi pembuatan penentuan posisi solar cell terhadap cahaya matahari untuk mendapatkan hasil energi konversi dari cahaya matahari menjadi energi listrik lebih optimal.

2. KAJIAN LITERATUR

Dalam melakukan penelitian maupun penulisan memerlukan literatur yang diperlukan untuk membantu dalam perancangan alat yang akan dibuat.

2.1.1. LDR (*Ligh Dependent Resistor*)

Resistor peka cahaya atau Fotoresistor adalah komponen elektronik yang dibuat dari cadmium sulfida (CdS), yaitu bahan semikonduktor yang nilai resistansinya akan berubah jika terkena cahaya. Nilai resistansi ini akan menurun jika ada penambahan intensitas cahaya yang mengenainya. sebaliknya, jika intensitas cahaya yang mengenainya turun, maka nilai resistansinya juga akan naik secara otomatis. Fotoresistor dapat merujuk pula pada light-dependent resistor (LDR), atau fotokonduktor. Tipe LDR yang biasa dipakai sebagai sensor adalah tipe ORP12^[3].

Fotoresistor dibuat dari bahan semikonduktor beresistansi tinggi yang tidak dilindungi dari cahaya. Jika cahaya yang mengenainya memiliki frekuensi yang cukup tinggi, foton yang diserap oleh semikonduktor akan menyebabkan elektron memiliki energi yang cukup untuk meloncat ke pitakonduksi sehingga elektron bebas yang dihasilkan (beserta pasangan lubangnya) akan mengalirkan arus listrik, sehingga menurunkan nilai resistansinya.



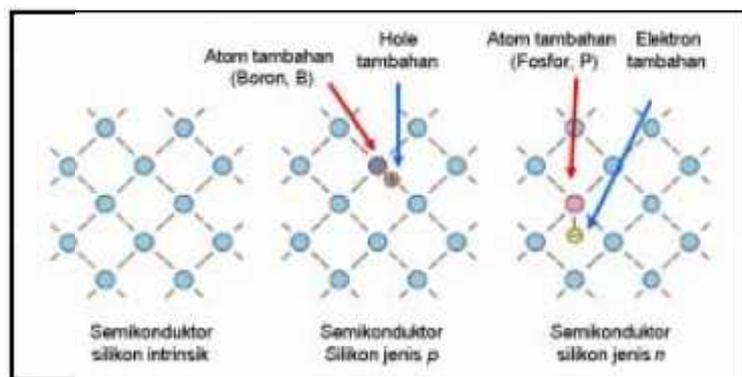
Gambar 1. Simbol dan Bentuk Umum LDR

2.1.2. Prinsip Kerja LDR (*Light Dependent Resistor*)

Resistansi LDR akan berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya atau yang ada disekitarnya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar 10M dan dalam keadaan terang sebesar 1K atau kurang. LDR (*Light Dependent Resistor*) terbuat dari bahan semikonduktor seperti kadmium sulfida (CADs). Pada saat cahaya terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut. Sehingga akan ada lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya terang, LDR menjadi konduktor yang baik, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang kecil pada saat cahaya terang.

2.2. Sel Surya (*Solar Cell*)

Sel surya adalah sebuah alat konversi energi yang mengubah bentuk energi surya menjadi energi listrik. Pada prinsipnya sel surya secara sederhana identik dengan piranti semikonduktor Dioda. Hanya saja dewasa ini strukturnya sedikit lebih rumit karena perancangan yang lebih cermat untuk meningkatkan efisiensinya. Proses konversi cahaya matahari menjadi listrik ini dimungkinkan karena bahan material yang menyusun sel surya berupa Semikonduktor yang tidak tertutup oleh apapun. Lebih tepatnya tersusun dari dua jenis semikonduktor tipe P dan N.



Gambar 2. Semikonduktor N dan P

Semikonduktor jenis N merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan *elektron*, sehingga kelebihan muatan negatif (N = Negatif). Sedangkan semikonduktor jenis P memiliki kelebihan *hole*, sehingga disebut dengan P (P = Positif) karena kelebihan muatan positif. Caranya, dengan menambahkan unsur lain ke dalam semikonduktor, maka kita dapat mengontrol jenis semikonduktor tersebut. Dua jenis semikonduktor N dan P ini jika disatukan akan membentuk sambungan P-N atau dioda P-N (istilah lain menyebutnya dengan sambungan metalurgi / *metallurgical junction*).

2.3. Mikrokontroler ATmega8

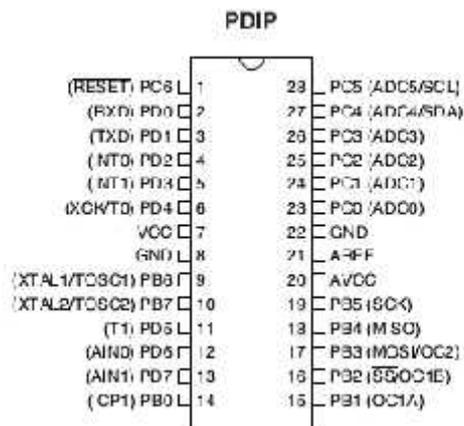
ATmega8 adalah low power mikrokontroler 8 bit dengan arsitektur RISC. AVR ATmega8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berarsitektur AVR. ATmega8 memiliki 8 *Kbyte in-System Programmable Flash*. Mikrokontroler dengan konsumsi daya rendah ini mampu mengeksekusi instruksi dengan

kecepatan maksimum 16MIPS pada frekuensi 16MHz. Pada ATmega8, besarnya tegangan yang diperlukan untuk bekerja adalah 4,5-5 Volt DC^[4].

Mikrokontroler ini diproduksi oleh atmel (<http://atmel.com>) dari seri AVR. Untuk seri AVR ini banyak jenisnya, yaitu ATmega328, ATmega8535, Mega8515, Mega16, dan lain-lain. Mikrokontroler ATmega8 ini sangat murah dan mempunyai fasilitas yang sangat memadai untuk mengembangkan berbagai aplikasi. Beberapa fitur dari ATmega8 adalah sebagai berikut :

1. 8 Kbyte Flash Program
2. 512 Kbyte EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory).
3. 1 Kbyte SRAM.
4. 2 timer 8 bit dan 1 timer 16 bit.
5. 6-channel ADC (Analog to Digital Converter).
6. USART (*Universal Synchronous Asynchronous serial Receiver and Transmitter*).
7. Analog Comparator.
8. 3 channel PWM (*Pulse With Module*).

Pin out ATmega8 dapat dilihat dalam Gambar 3 berikut.

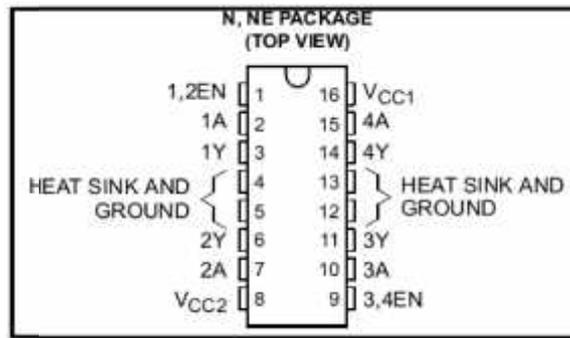


Gambar 3. konfigurasi pin keluaran ATmega8 kemasan DIP

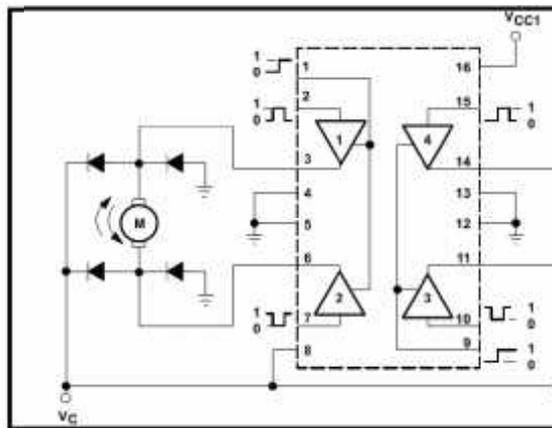
2.4. Driver Motor L293D

Driver motor digunakan untuk mengendalikan arah putaran motor dan pengontrollan kecepatan motor. Adapun driver motor yang biasa digunakan adalah driver motor sistem H-Bridge atau jembatan H. Driver ini terdiri dari rangkaian kombinasi dari transistor NPN dan PNP. Rangkaian kombinasi tersebut dapat menghasilkan dua keadaan yaitu *high* dan *low*. Dengan dua keadaan tersebut maka rangkaian kombinasi tersebut dapat mengontrol arah putaran motor DC^[3].

Driver motor L293D merupakan driver motor DC yang didalamnya sudah terintegrasi rangkaian H-Bridge dalam bentuk satu chip IC 16 pin. Dengan menggunakan IC driver ini, maka tidak diperlukan lagi transistor sebagai driver motor. Adapun bentuk dari IC L293D dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Driver Motor L293D Kemasan DIP (*Dual In Package*)



Gambar 5. Gambar Blok Driver Motor L293D

Adapun spesifikasi dari IC L293D ini sebagai berikut.

1. Range tegangan kerja 4,5-36 Volt DC
2. Arus keluaran (*Output Current*) 600ma per channel
3. Arus keluaran puncak (*Peak Output Current*) dapat mencapai 1,2 Ampere.
4. *Output Clamp Diodes* untuk *Inductive Transient Suppression*

3. METODOLOGI

Pengontrol Posisi Solar Sel terhadap cahaya matahari yang dibangun terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian elektronika dan bagian mekanik. Bagian elektronika ini terdiri dari rangkaian elektronika yang terdiri dari sensor, mikrokontroler ATmega8, dan driver motor. Sedangkan bagian mekanik terdiri dari motor DC dan gear. Komponen pengontrol posisi solar sel yang dirancang ini akan disusun pada pcb (*Printed Circuit Board*) minimum system ATmega8 yang dilengkapi dengan project board pada sisi lainnya. Tegangan kerja untuk pengontrol posisi solar sel sebesar 12 Volt dengan perincian tegangan kerja untuk Minimum System ATmega8 sebesar 5 Volt DC yang diambil dari output LM7805 dan 5 Volt untuk IC dan 12 Volt untuk motor DC. Pada diagram blok dibawah menggambarkan unit dari dari pengontrol posisi solar sel yang merupakan kombinasi dari elektronik dan mekanik atau disebut dengan mekatronik. Dimana elektronik dan mekanik di padukan menjadi satu kesatuan yang membentuk suatu

sistem yang dapat menggerakkan komponen lain. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Diagram blok sistem penentu posisi solar cell

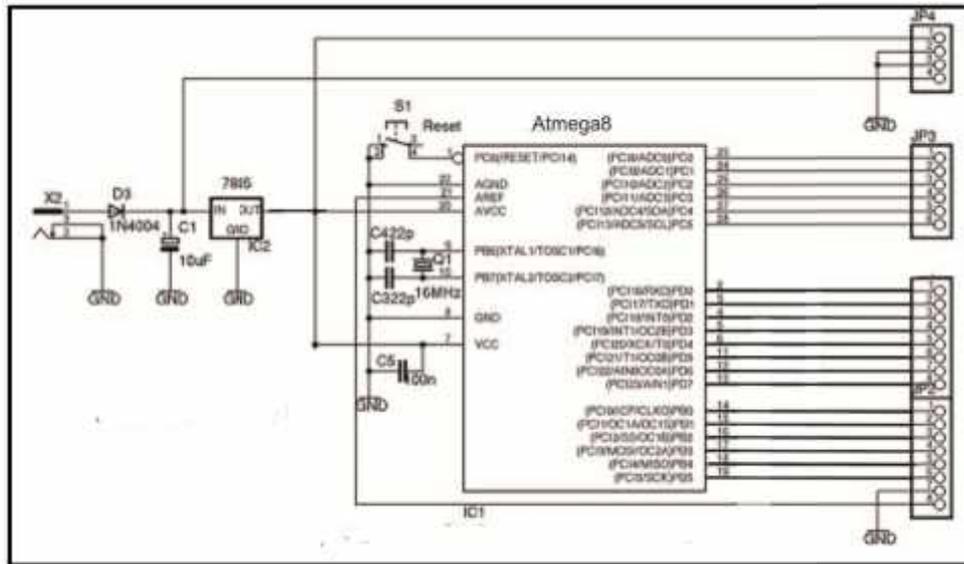
- 1) Sensor LDR (*Ligh Dependent Resistor*) yang berfungsi membaca arah cahaya matahari. LDR dipilih sebagai sensor dalam sistem dari pengontrol posisi solar sel ini karena memiliki tingkat sensitifitas yang tinggi terhadap cahaya. Dari gambar diatas diperlihatkan dua sensor yang terdiri dari sensor 1 dan sensor 2 dimana sensor 1 akan medeteksi cahaya dari timur dan sensor 2 untuk mendeteksi cahaya dari arah barat.
- 2) Mikroprocessor ATmega8 akan mengolah sinyal analog dari sensor LDR melalui Pin ADC pada ATmega8, yang kemudian outputnya akan di masukkan ke rangkaian driver motor l293D.
- 3) driver motor l293D akan bekerja sebagai saklar jika mendapat input high atau low dari Atmega8 sehingga dapat mengontrol arah putaran motor.
- 4) Motor DC merupakan bagian mekanik dari dari pengontrol posisi solar selyang akan menggerakkan sel surya searah hasil pembacaan dari sensor.

Pada diagram blok diatas, memperlihatkan sistem Pengontrol Posisi Solar Selterhadap cahaya matahari dengan tipe *Single Axis Solar Tracker*. Karena hanya terdiri dari 2 sensor sebagai pembaca arah cahaya matahari.

3.1. Perancangan Atmega8

Minimum system untuk ATmega8 dapat dilihat pada gambar 8. dibawah. Minimum System ini dilengkapi dengan downloader isp (*In System Programming*) yang dapat disambungkan pada usb downloader, sehingga *upload* program pada chip ATmega8 bisa menggunakan port USB pada laptop atau komputer dengan menggunakan Software downloader.

Minimum system ATmega8 bekerja pada tegangan 9-12 Volt, tetapi akan diturunkan lagi menggunakan regulator 5 volt. Sehingga minimum system akan bekerja dengan baik. Mengingat tegangan kerja dari ATmega8 dalah 5 Volt dan tegangan referensi untuk adc adalah 5 volt juga.



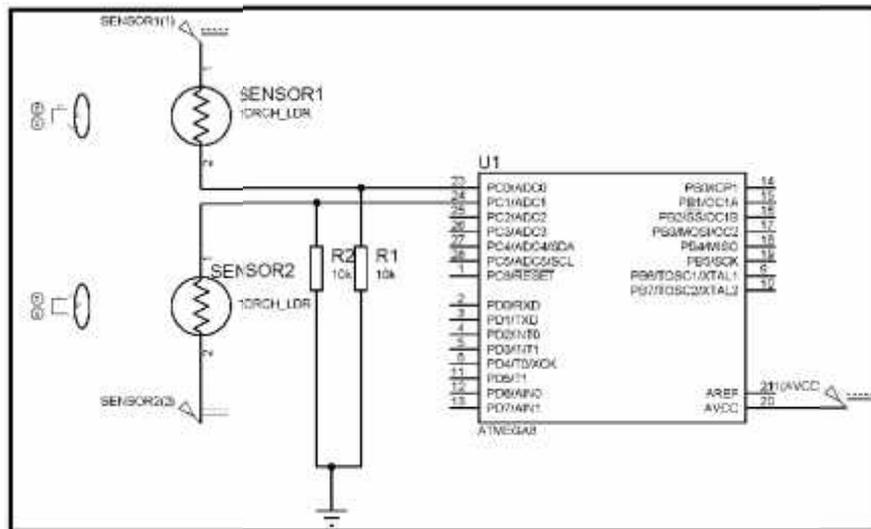
Gambar 7. Skema Minimum System ATmega8

Tegangan supply untuk minimum system diatas adalah 5 Volt DC .tegangan supply 5 Volt ini dihasilkan oleh IC regulator LM7805 yang konstan memberikan tegangan supply ke minimum system. Minimum system diatas, akan dihubungkan ke aki agar bisa terus berfungsi melacak cahaya matahari.

Untuk fungsi ADC(*Analog to Digital Converter*) ATmega8 berada pada port PC0-PC5. Sensor LDR akan langsung dihubungkan dengan port PC0 dan PC1 ini guna pengubahan data analog ke digital. JP1-JP4 merupakan konektor agar memudahkan dalam penyambungan (interfacing) dengan LCD, sensor, driver motor.

3.2. Perancangan Sensor LDR

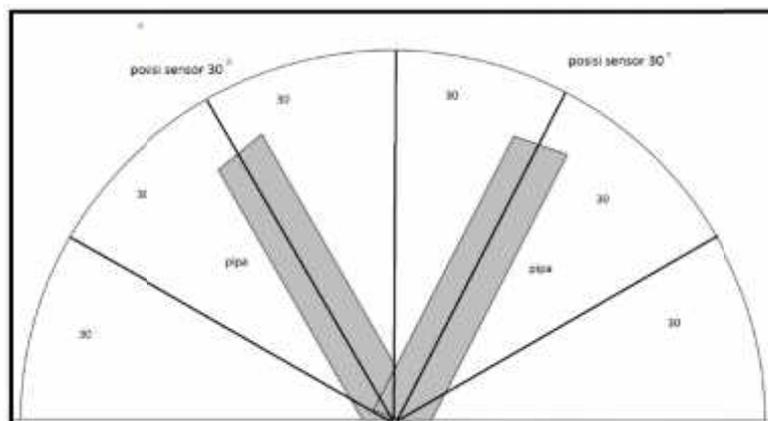
Pengontrol posisi solar sel terhadap matahari digunakan untuk melacak arah datangnya cahaya matahari. Untuk merealisasikan hal tersebut, maka pada system yang dibangun harus dilengkapi dengan sensor yang dapat membaca cahaya matahari Sensor yang digunakan pada alat ini berupa sensor LDR (*Light Dependent Resistor*),dimana sensor ini bekerja sesuai dengan besar kecilnya intensitas cahaya yang diterima di permukaan semikonduktor. Bila intensitas cahaya yang mengenainya sangat besar, maka nilai tahanan sensor tersebut akan otomatis berkurang. Tetapi, jika dalam keadaan gelap. Maka nilai dari tahanannya akan sangat besar hingga 10M ohm. Adapun system tersebut dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Sistem Sensor Pengontrol Posisi Solar Sel

Adapun tegangan kerja dari System sensor ini adalah 5 Volt DC yang diambil dari output LM7805 . Output dari sensor masih berupa data analog, jadi untuk merubahnya kedalam bentuk data digital maka data analog dari sensor dimasukkan ke ADC (*Analog to Digital Converter*) pada pin 23(PC0) untuk LDR1 dan LDR2 akan dimasukkan ke pin 24 (PC1) pada ATmega8. Untuk referensi, tegangan sebesar 5 Volt akan dimasukkan melalui pin 20 (AVcc) dari ATmega8. Tegangan referensi Avcc digunakan untuk membandingkan nilai dari sensor LDR.

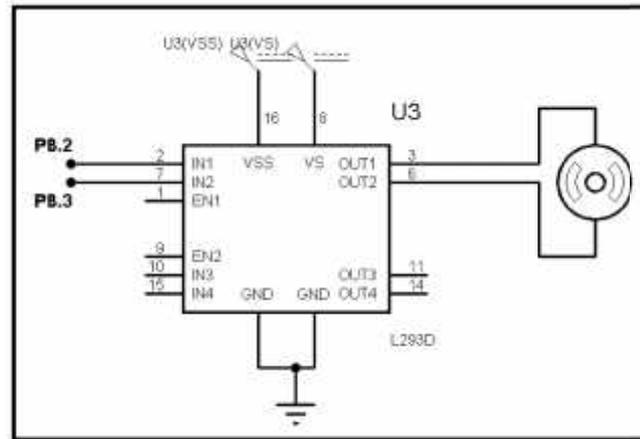
Agar Pengontrol Posisi Solar Selterhadap cahaya matahari dapat bekerja dengan baik melacak cahaya, maka sensor di cover dengan pipa dengan panjang 3cm. Ini bertujuan untuk membuat perbandingan nilai sensor. Sementara posisi sensor berada pada sudut kemiringan 30° saling bertolak satu dengan yang lain. sehingga dengan rancangan tersebut, ATmega8 dapat bekerja dengan baik membandingkan nilai dari input dari sensor. Untuk lebih detail, maka rancangan cover sensor dapat dilihat pada gambar 9 dibawah ini.



Gambar 9. Rancangan Posisi Sensor LDR

3.3. Sistem Driver Motor

Driver motor yang digunakan pada alat ini menggunakan IC driver motor L293D. Driver motor L293D digunakan untuk memberi supply tegangan serta arah putaran motor yang dibutuhkan untuk menggerakkan motor DC 12 volt. Pada driver motor ini menggunakan sistem jembatan H atau yang lebih dikenal H-Bridge yang sudah terintegrasi dalam satu chip IC. Dengan menggunakan driver ini, maka putaran motor dapat berputar searah jarum jam (*rotate clockwise*) dan berlawanan arah jarum jam (*rotate anti clockwise*). Adapun sistem driver motor yang dibangun seperti pada gambar 10 dibawah ini.



Gambar 10. Sistem Driver Motor

Gambar 10 memperlihatkan interkoneksi IC ini dengan satu buah motor DC. Motor DC dihubungkan dengan masing-masing output dari setiap pasangan input-output yang ada. Dari Gambar 10 nampak bahwa arah putaran motor DC akan ditentukan oleh harga-harga dari setiap inputnya, dimana IN1 dan IN2 merupakan pin masukan (*input*) yang berasal dari pin keluaran (*output*) ATmega8 pada port PB.2 dan PB.3 akan menentukan arah putaran motor M1. Sedangkan Motor M1 dihubungkan dengan OUT1 dan OUT2 yang merupakan pin keluaran dari IC L293D yaitu pin 3 dan pin 6. Berdasarkan prinsip dasar kerja dasar dari L293D, dimana terdapat 2 (dua) pasang buffer yang mengendalikan 2 keadaan pada masing-masing pin keluaran, maka driver motor ini dapat diaplikasikan sebagai rangkaian H-Bridge untuk mengontrol arah putaran motor DC.

Jika IN1 mendapat logika *high* dari mikrokontroler ATmega8 dan IN2 mendapat logika *low* dari mikrokontroler maka motor akan berputar searah jarum jam. Jika IN1 mendapat logika *low* dari mikrokontroler ATmega8 dan IN2 mendapat logika *high* dari mikrokontroler ATmega8 maka motor akan berputar berlawanan arah jarum jam.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Rangkaian Solar Tracker ini adalah menguji keseluruhan alat yang telah dibangun. Dalam tahap pengujian, tegangan catu yang diberikan sebesar 12 Volt DC yang bersumber dari aki 12 Volt. Sedangkan dalam pengujiannya, menggunakan cahaya buatan yang terdiri dari LED untuk

mensimulasikan cahaya matahari pada pengontrol posisi solar sel terhadap cahaya matahari.

Adapun tahap-tahap pengujian Solar Tracker sebagai berikut;

- 1) cahaya LED di sorot pada LDR1, maka nilai resistansi LDR akan berkurang dan tegangan output pada LDR sebesar 5 Volt. Pada saat yang bersamaan driver motor akan aktif high pada pin IN1 dan low pada pin IN2. Motor DC berputar berlawanan arah jarum jam. Dengan demikian panel surya akan berputar menuju ke arah timur. Adapun gambar pada saat pengujian di luar ruangan sebagai berikut.



Gambar 11. Pengujian solar tracker pada pukul 10.19

- 2) Jika cahaya LED di sorot pada LDR2, maka nilai resistansi LDR akan berkurang dan tegangan output pada LDR sebesar 5,06 Volt. Pada saat yang bersamaan driver motor akan aktif high pada pin IN2 dan low pada pin IN1. Dengan demikian panel surya akan berputar menuju ke arah barat atau berputar berlawanan dari arah sebelumnya. Adapun gambar pada saat pengujian menggunakan cahaya matahari sebagai berikut.



Gambar 12. Pengujian Solar Tracker Pada Pukul 13.24

- 3) Pada pengujian terakhir, cahaya LDR disorot ke LDR1 dan LDR2, kondisi ini membuat nilai output pada sensor sama. Driver motor pada pin IN1 maupun pin IN2 dalam kondisi high. Dengan demikian, motor otomatis akan berhenti. Adapun gambar hasil pengujian menggunakan cahaya matahari ketika cahaya jatuh pada kedua sensor, sebagai berikut.



Gambar 13. Pengujian pengontrol posisi solar sel pada jam 11.57

Pengujian yang dilakukan di lapangan, Pergerakan pengontrol posisi solar sel ini dapat bergerak mengikuti cahaya matahari setiap 8 menit 65 detik setiap perpindahan cahaya matahari terhadap sensor yang dipasang pada pengontrol. Pada saat solar sel berada pada titik maksimum pergerakan, panel otomatis akan menekan limit switch yang terpasang dibawah solar sel dan otomatis memutar balik panel kembali ke posisi timur.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang dilakukan pada Pengontrol Posisi Solar Sel Terhadap Cahaya Matahari yang dibangun, maka dapat diambil beberapa kesimpulan :

- 1) Penentuan Posisi Solar Sel Terhadap Cahaya Matahari yang dibangun dapat bekerja dengan baik sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Penentuan Posisi Solar Sel dapat mengikuti pergerakan cahaya matahari.
- 2) Penentuan Posisi Solar Sel Terhadap Cahaya Matahari dapat kembali ke arah timur (motor berputar berlawanan arah jarum jam) ketika berada pada batas maksimum pergerakan solar sel ketika limit switch tertekan.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmad Ridhoi, *The Application of Artificial Intelligence For Cleaning Surfaces of the Solar Cells to Improve the Voltage Output*, Springer, 2017, vol 193.
2. Ahmad ridhoi, "Perancangan deteksi longsor di bukit watu buceng dusun ketos desa wonodadi kulon", JPM, 2016.
3. Ahmad Ridhoi, AH Andriawan, "Penerapan atmega 8 untuk mengukur tegangan keluaran *solar cell monocrystalline* dan *polycrystalline*", JHP, 2016.