

OPTIMASI SOLAR CELL UNTUK RANCANG BANGUN SMART HOME***ZulfianAzmi#1, SaifulNurArif#2, EriTriwanda#3*****1,2**Program Studi Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

Jl.A.H.Nasution N0.73 F-Medan

E-mail : zulfian,azmi@gmail.com

Abstrak

Smart home merupakan konsep rumah yang memakai teknologi smart system di dalamnya, yaitu memanfaatkan energi ramah lingkungan untuk sumber daya listrik. Oleh karena itu dengan adanya energi matahari sebagai sumber energi yang tidak terbatas, maka secara normatif energi matahari yang ada dapat dimanfaatkan jika menggunakan panel surya (solar cell). akan tetapi penyerapan tidak akan optimal jika panel surya tidak selalu fokus pada titik proyeksi sinar matahari dimana posisi matahari selalu bergerak dari timur ke barat, seiring perkembangannya terdapat dua jenis solar cell, yakni statis dan penjejak (tracker) dimana solar cell statis keadaan diam sedangkan solar cell penjejak (tracker) bergerak mengikuti arah pergerakan dari matahari. Dari permasalahan yang terjadi diatas maka dirancanglah suatu sistem dengan metode fuzzy logic yang dapat mengorientasikan solar cell terhadap arah datangnya cahaya matahari selanjutnya menyimpan daya pada baterai dengan output berupa lampu LED. alat yang dirancang ini menggunakan mikrokontroler ATmega32 serta sensor LDR (light Dependent Resistor) pada sisi kanan, tengah dan kiri solar cell. Pergerakan solar cell akan berjalan otomatis mengikuti cahaya matahari agar penyerapan lebih optimal karena dilengkapi dengan sensor LDR, mikrokontroler, baterai, motor servo dan LED.

Kata kunci : Smart home, , solar cell, Fuzzi Logic**Abstract**

Smart home is a home concept that uses smart system technology in it, that is utilizing environmentally friendly energy for power source. Therefore with the existence of solar energy as an energy source is not limited, then the normative solar energy that can be utilized if using solar panels (solar cell). but absorption will not be optimal if the solar panel is not always focused on the sunlight projection point where the sun's position always moves from east to west, as there are two types of solar cell, static and tracker where the static solar cell is stationary while diesel the tracker cell moves in the direction of movement from the sun. From the problems that occur above then designed a system with a fuzzy logic method that can orient the solar cell to the direction of the coming sunlight to store power on the battery with the output of LED lights. the tool is designed using ATmega32 microcontroller and LDR (light Dependent Resistor) sensor on the right, middle and left side of the solar cell. The movement of solar cell will run automatically follow the sunlight for optimal absorption because it is equipped with LDR sensor, microcontroller, battery, servo motor and LED.

Keywords : : Smart home, , solar cell, Fuzzi Logic

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Smart Home merupakan sebuah rumah yang memiliki definisi seperti tempat tinggal, yang dapat bekerja secara otomatis seakan – akan memiliki otak seperti manusia. Hampir seluruh peralatan rumah tangga memerlukan listrik. Mulai dari TV, komputer, pompa air, *rice cooker*, dan alat rumah tangga lainnya. Namun saat ini energi listrik terbilang mahal terlebih dengan adanya *global warming* yang mengancam kehidupan manusia. Dengan rumah yang menggunakan berbagai peralatan listrik kita memiliki permasalahan baru yaitu krisis energi. Tidak hanya itu, permasalahan pemanasan *global* yang selama ini dihadapi dapat diminimalisir dengan pemanfaatan energi tenaga surya. Sumber energi untuk pembangkit listrik di Indonesia sebagian besar dipasok dari energi fosil, namun sumber energi ini akan habis dalam kurun waktu sekitar 20 tahun ke depan. Berbagai penelitian kini mengarah kepada pengembangan sumber-sumber energi alternatif seperti energi nuklir, energi surya (*solar energy*), energi air, energi angin, energi biomassa, energi panas bumi, dan energi gelombang laut. Pada tahun 2011, [badan energi internasional](#) menyatakan bahwa "perkembangan teknologi energi surya yang terjangkau, tidak habis, dan bersih akan memberikan keuntungan jangka panjang yang besar. Perkembangan ini akan meningkatkan keamanan energi negara-negara melalui pemanfaatan sumber energi yang sudah ada, tidak habis, dan tidak tergantung pada impor, meningkatkan kesinambungan, mengurangi [polusi](#), mengurangi biaya mitigasi [perubahan iklim](#), dan menjaga

harga [bahan bakar fosil](#) tetap rendah dari sebelumnya. Keuntungan-keuntungan ini berlaku global. Oleh sebab itu, biaya insentif tambahan untuk pengembangan awal selayaknya dianggap sebagai investasi untuk pembelajaran inventasi ini harus digunakan secara bijak dan perlu dibagi bersama. *Solar cell* mampu beroperasi dengan baik hampir seluruh belahan bumi yang disinari matahari, Indonesia sendiri merupakan negara yang dilewati garis khatulistiwa dan menerima panas matahari yang lebih banyak dari pada negara lain, sehingga mempunyai potensi yang sangat besar untuk mengembangkan tenaga surya sebagai energi terbarukan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. *Solar cell* dipasang permanen dengan sudut elevasi yang tetap (*fixed elevating angles*) menyebabkan panel surya tersebut tidak dapat menyerap radiasi matahari secara optimal karena matahari selalu bergerak, yaitu dalam arah timur-barat (disebut gerak semu harian matahari) dan utara-selatan (disebut gerak semu tahunan matahari). Penyerapan radiasi matahari akan optimal jika arah radiasi matahari tegak lurus terhadap permukaan bidang panel surya. Oleh sebab itu, diperlukan upaya untuk mengarahkan permukaan panel surya agar selalu tegak lurus terhadap cahaya matahari. Metode untuk mengarahkan panel surya agar selalu mengikuti arah gerak matahari itu dikenal sebagai metode penjejakan arah gerak matahari (*the method of tracking the sun*) (Huang dkk, 2009). Arah gerak matahari tersebut dapat diikuti dengan mengindra perubahan arah cahaya yang dipancarkannya. Sensor-sensor cahaya yang lazim digunakan pada

beberapa penelitian terdahulu adalah fotodiode dan LDR (*Light Dependent Resistors*). Pada penelitian Siew (2008) digunakan dua buah fotodiode (BPW34) untuk mengindra perubahan arah cahaya matahari dalam arah timur-barat (satu sumbu putar) dan sebuah modul sistem akuisisi data merek EMANT300 untuk mengendalikan dua buah *motor stepper*. Kekurangan alat ini adalah tidak dapat mengindra gerak semu tahunan matahari (dalam arah utara-selatan), mengatasinya dengan menggunakan empat buah fotodiode (dua sumbu putar), sebuah mikrokontroler ATMEGA32 dan sebuah *motor servo* untuk menggerakkan panel surya. Penelitian ini dilakukan menggunakan LDR sebagai sensor pada solar *tracker*, karena LDR lebih sensitif terhadap cahaya matahari dibandingkan dengan fotodiode. Diharapkan rancangan alat dapat mengatur arah panel terhadap matahari dengan basis mikrokontroler untuk mendapatkan keluaran energi panel sel surya optimal.

II. TINJAUAN PUSTKA

2.1 Solar Cell

Solar cell atau panel surya adalah alat untuk mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. *Solar cell* terbuat dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Tiap sel surya biasanya menghasilkan tegangan 0,5 volt. Sel surya merupakan elemen aktif (Semikonduktor) yang memanfaatkan

efek *fotovoltaik* untuk merubah energi surya menjadi energi listrik.

Pada sel surya terdapat sambungan (*junction*) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing-masing diketahui sebagai semikonduktor jenis "P" (positif) dan semikonduktor jenis "N" (negatif). Semikonduktor jenis-N dibuat dari kristal silikon dan terdapat juga sejumlah material lain (umumnya posfor) dalam batasan bahwa material tersebut dapat memberikan suatu kelebihan elektron bebas. Elektron adalah partikel sub atom yang bermuatan negatif, sehingga silikon paduan dalam hal ini disebut sebagai semikonduktor jenis-N (Negatif). Semikonduktor jenis-P juga terbuat dari kristal silikon yang didalamnya terdapat sejumlah kecil materi lain yang mana menyebabkan material tersebut kekurangan satu elektron bebas. Kekurangan atau hilangnya elektron ini disebut lubang (*hole*). Karena tidak ada atau kurangnya elektron yang bermuatan listrik negatif maka silikon paduan dalam hal ini sebagai semikonduktor jenis-P (Positif).

Sel surya konvensional bekerja menggunakan prinsip p-n *junction*, yaitu *junction* antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan *hole* (muatan positif) dalam struktur atomnya. Kondisi kelebihan elektron dan *hole* tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom *dopant*. Sebagai contoh untuk mendapatkan material silikon tipe-p,

silikon didoping oleh atom *boron*, sedangkan untuk mendapatkan material silikon tipe-n, silikon didoping oleh atom *fosfor*. Ilustrasi dibawah menggambarkan *junction* semikonduktor tipe-p dan tipe-n.

III. PERANCANGAN SISTEM

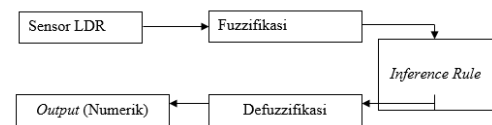
Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia, maka kebutuhan energi listrik terus meningkat bermula dari permintaan akan sumber daya listrik untuk mencukupi kebutuhan masyarakat. Oleh karena itu dengan adanya energi matahari sebagai sumber energi yang tidak terbatas dan ada di sekeliling kita, maka secara normatif energi matahari dapat dimanfaatkan jika menggunakan *solar cell*. Akan tetapi penyerapan tidak akan optimal jika panel surya tidak selalu fokus pada titik proyeksi sinar matahari dimana posisi matahari yang selalu bergerak dari timur ke barat sehingga mengurangi kinerja panel surya dalam penyerapan sinar matahari. Sistem *smarthome* ini menggunakan rangkaian kontrol dari pemrograman mikrokontroler sebagai media pembaca sekaligus pengolah data dari *input*-an yang di dapat melalui sensor LDR. Mikrokontroler ini juga akan menjadi media *output* yang akan berfungsi untuk mengoperasikan motor *servo* agar mengarahkan *solar cell* tegak lurus terhadap cahaya matahari. Saat ini efisiensi penggunaan modul *solar cell* yang didapat masih relatif rendah. Penerimaan radiasi matahari pada modul *solar cell* dapat mempengaruhi hasil keluaran daya listrik.

3.1 Metode Fuzzy

Penerapan *fuzzy* dapat direalisasikan berupa algoritma sistem,

dimana satu-satunya cara untuk membuat kategori setiap angka atau data yang terukur menjadi golongan atau kategori sesuai prinsip logika *fuzzy*. Tahapan-tahapan dalam logika *fuzzy* pada sistem ini adalah sebagai berikut :

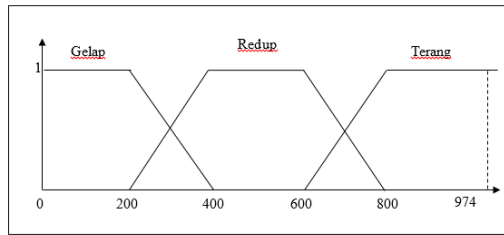
1. Fuzzifikasi adalah merupakan proses untuk mendapatkan derajat keanggotaan dari sebuah nilai numerik masukkan (*chrips*).
2. *Inference Rule* adalah proses pembentukan aturan-aturan yang akan digunakan kedalam suatu sistem.
3. Defuzzifikasi adalah proses untuk mengubah hasil penalaran yang berupa derajat keanggotaan keluaran menjadi variabel numerik kembali.



Gambar 3.1 Blok Proses Fuzzy

Pada diagram di atas maka *input*-an yang dihasilkan oleh sensor LDR akan difuzzifikasikan lalu dilakukan pembentukan *rule* sebagai penentuan *rules* dan didefuzzifikasikan untuk menjadikan sebuah *output* numerik. *Fuzzifikasi* adalah proses dimana data inputan nilai yang bersifat pasti (*crisp input*) ke dalam bentuk *fuzzy input*. Dalam penelitian ini digunakan beberapa variabel. Ada dua variabel yang digunakan yaitu cahaya, dan motor *servo*. Cahaya mempunyai himpunan gelap, redup, terang.

1. Fuzzifikasi
 - a. Derajat keanggotaan LDR 1,2 dan 3
Kurva untuk derajat keanggotaan (μ) pada variabel cahaya terdiri dari tiga himpunan *fuzzy* yaitu gelap, redup, terang.



Gambar 3.2 Derajat Keanggotaan Sensor LDR 1

Satuan dari intensitas cahaya yang terdapat dari kurva derajat keanggotaan intensitas cahaya adalah Persen (%) dari nilai ADC, rumus mencari ADC adalah $ADC = Vin / Vref * 1024$

Vin = Nilai inputan dari sensor (max = 974, min = 0)

$Vref$ = Nilai tegangan referensi AVCC (5 Volt)

1024 = Nilai adc yang digunakan

Nilai keanggotaan intensitas cahaya :

$$0 = x \geq 400$$

$$0 = x \leq 600$$

$$\mu_{Gelap} [x] = (400 - x) / (400 - 200)$$

$$\mu_{Terang} [x] = (x - 600) / (800 - 600)$$

$$1 = x \leq 200$$

$$1 = x \geq 800$$

$$0 = x \leq 200 \text{ atau } x \geq 800$$

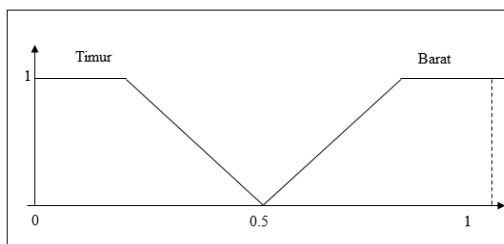
$$\mu_{Redup} [x] = (x - 200) / (400 - 200); 200 \leq x \leq 400$$

$$1 = x \geq 400 \text{ atau } x \leq 600$$

$$(800 - x) / (800 - 600); 600 \leq x \leq 800$$

≤ 800

b. Derajat keanggotaan penggerak solar cell dari 2 himpunan fuzzy yaitu : Timur dan Barat



Gambar 3.3 Kurva Penggerak Solar Cell Nilai keanggotaan untuk penggerak solar cell :

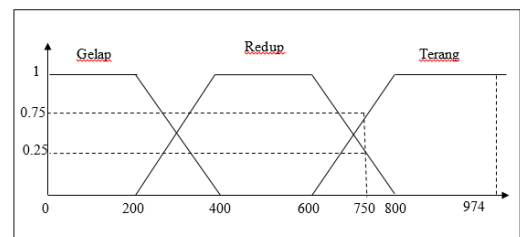
$$0 = x \geq 0.5 = x < 0.5$$

$$\mu_{Timur} [x] = \mu_{Barat} [x] =$$

$$1 = x < 0.5 \quad 1 = x \geq 0.5$$

Bagaimana keadaan penggerak solar cell apakah bergerak ke timur atau ke barat bila input LDR1 750, input LDR 2 250 dan input LDR 2 250?

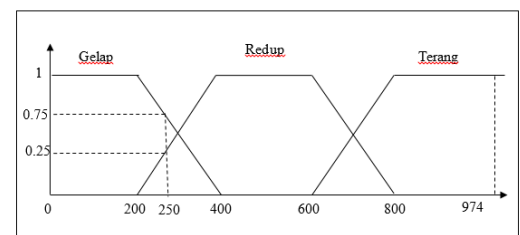
a. Derajat keanggotaan LDR1 (intensitas cahaya 750)



Gambar 3.4 Derajat Keanggotaan Intensitas Cahaya 750

$$\begin{aligned} \mu_{Redup} [750] &= (800 - 750) / (800 - 600) & \mu_{Terang} [75] &= (750 - 600) / (800 - 600) \\ &= 50 / 200 & &= 150 / 200 \\ &= 0,25 & &= 0,75 \end{aligned}$$

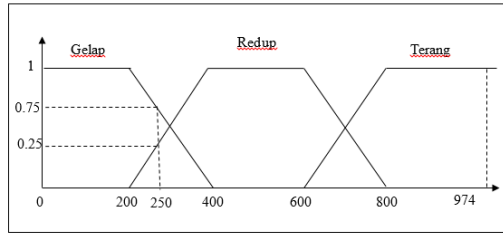
b. Derajat keanggotaan LDR 2 (intensitas cahaya 250).



Gambar 3. 5 Derajat Keanggotaan Intensitas Cahaya 250

$$\begin{aligned} \mu_{Gelap} [250] &= (400 - 250) / (400 - 200) & \mu_{Redup} [250] &= (250 - 200) / (400 - 200) \\ &= 150 / 200 & &= 50 / 200 \\ &= 0,75 & &= 0,25 \end{aligned}$$

c. Derajat keanggotaan LDR 3 (intensitas cahaya 250).



Gambar 3.6 Derajat Keanggotaan Intensitas Cahaya 250

$$\begin{aligned} \mu_{Gelap} [250] &= (400 - 250) / (400 - 200) & \mu_{Redup} [250] &= (250 - 200) / (400 - 200) \\ &= 150 / 200 & &= 50 / 200 \\ &= 0,75 & &= 0,25 \end{aligned}$$

2. Inference Rule

Dari derajat keanggotaan tersebut, dapat dibuat beberapa aturan sesuai tabel di bawah ini :

		LDR 1 (Timur)		
		Gelap	Redup	Terang
LDR 2 (Barat)	Gelap	OFF	Timur	Timur
	Redup	Barat	Tegak Lurus	Timur
	Terang	Barat	Barat	Tegak Lurus

Dari definisi aturan seperti yang telah diperlihatkan pada tabel di atas, maka terdapat 9 aturan fuzzy, yaitu:

Rule :

- IF LDR 1 gelap AND LDR 2 gelap THEN penggerak solar cell akan off.
- IF LDR 1 redup AND LDR 2 gelap THEN penggerak solar cell akan bergerak ke timur
- IF LDR 1 terang AND LDR 2 gelap THEN penggerak solar cell akan bergerak ke timur.
- IF LDR 1 gelap AND LDR 2 redup THEN penggerak solar cell akan bergerak ke barat.
- IF LDR 1 redup AND LDR 2 redup THEN penggerak solar cell akan bergerak tegak lurus.
- IF LDR 1 terang AND LDR 2 redup THEN penggerak solar cell akan bergerak ke timur.

- IF LDR 1 gelap AND LDR 2 terang THEN penggerak solar cell akan bergerak ke timur.
- IF LDR 1 redup AND LDR 2 terang THEN penggerak solar cell akan bergerak ke barat.
- IF LDR 1 terang AND LDR 2 terang THEN penggerak solar cell akan bergerak tegak lurus.

Masukkan nilai keanggotaan ke tabel aturan, seperti tabel di bawah ini :

		LDR 1		
		Gelap	0,25	0,75
LDR 2	0,75	OFF	Timur	Timur
	0,25	Barat	Tegak Lurus	Timur
	Terang	Barat	Barat	Tegak Lurus

Penerapan operator AND pada nilai keanggotaan untuk menemukan bobot yang sesuai. Pilih nilai minimum karena menggunakan operator AND.

$$LDR 1 = \{0,25, 0,75\}$$

$$LDR 2 = \{0,75, 0,25\}$$

$$\begin{aligned} LDR 1 \cap LDR 2 &= \{MIN(0,25,0,75), \\ &MIN(0,25,0,25), MIN(0,75,0,75), \\ &MIN(0,75,0,25)\} \\ &= \{0,25, 0,25, 0,75, \\ &0,25\} \end{aligned}$$

Masukkan nilai yang telah diterapkan operator AND ke tabel, seperti tabel di bawah ini :

		LDR 1		
		Gelap	0,25	0,75
LDR 2	0,75	OFF	0,25	0,75
	0,25	Barat	0,25	0,25
	Terang	Barat	Barat	Tegak Lurus

3. Defuzzyfikasi

Setelah mendapatkan nilai dari penerapan operator AND, maka diperoleh :

$$\begin{aligned} f &= \{(Timur), (Tegak Lurus), (Timur), \\ &(Timur)\} \\ &= \{0,25, 0,25, 0,75, 0,25\} = 0,75 \\ &(Timur) \end{aligned}$$

Penentuan hasil akhir dengan menggunakan metode *Max Method*, yaitu dengan mengambil nilai tertinggi yaitu "0,75" dengan hasil "Timur".

Jadi, apabila *input* LDR 1 750 dan LDR 2 250 maka *output* adalah Penggerak *solar cell* bergerak ke timur.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perancangan perangkat model *hardware* ini dirancang dengan konsep mudah dimengerti dan mudah diimplementasikan oleh pengguna sistem. Perancangan model *hardware* menyajikan sebuah model *smart home* yang digambarkan dalam bentuk 2 dimensi. Gambar perancangan sistem yang akan dirancang adalah sebagai berikut :



Gambar 3.7 Rancangan Sistem Smart Home Dengan Colar Cell

Pada Gambar di atas merupakan rancangan sistem yang dapat dilihat dari dekat rancangan keseluruhan sistem *smart home* dengan *solar cell* agar dapat mengetahui posisi sensor cahaya LDR, sistem minimum mikrokontroler, LCD dan *motor servo*. Setelah mendapatkan bentuk pemodelan rancang bangun alat yang akan dibuat, maka tahapan selanjutnya adalah membuat rancangan berdasarkan blok I/O yang berpusat pada mikrokontroler atmega32 sebagai pengendali utama.

V. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari sistem *smart home* dengan *solar cell* yang telah dibangun adalah sebagai berikut :

1. Perancangan sistem *smart home* dengan *solar cell* ini menggunakan sensor LDR dan *solar cell*, dimana jika sensor LDR mendeteksi adanya cahaya matahari maka *solar cell* akan bergerak mengikuti cahaya yang dideteksi oleh sensor LDR tersebut.
2. Mikrokontroler diprogram oleh bahasa basic BASCOM-AVR berdasarkan *input* sensor LDR berupa data *analog* yang telah dikonversikan menjadi data *digital* agar dapat bekerja secara otomatis.
3. Metode *fuzzy* diterapkan pada saat sensor LDR menerima cahaya apakah gelap, redup atau terang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Naba ., Sigit S (2009). Belajar cepat *FUZZY* menggunakan MATLAB. Yogyakarta: Andi.
- Andi Nalwan., Nikodemus WK (2012). Teknik rancang bangun robot. Yogyakarta: Andi.
- Iswanto. (2011). Belajar mikrokontroler AT89S51 dengan bahasa C. Yogyakarta: Andi.
- Syahrul. (2014). Pemrograman mikrokontroler AVR bahasa *assembly* dan C. Bandung: Informatika.
- T Sutojo ., Mulyanto, Edy., Suhartono Vincent (2011). Kecerdasan buatan. Semarang: Andi.