

KONTROL TRACKER SINAR NADIR MATAHARI MENGGUNAKAN METODE LINIER SCISSOR JACK ARRAY REFLEKTIF UNTUK KONSENTRATOR FRESNEL FOKUS DIAM

Budhy Setiawan¹, Gus Dwi Ganjar Subangkit², Yulianto³

^{1,3}Dosen Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang

²Mahasiswa D4 teknik elektronika Politeknik Negeri Malang

stbuddy@yahoo.com¹ ganjar_d@yahoo.com²

yulianto_poltek@yahoo.com³

Abstrak

Permasalahan pada sistem CSP (*Concentrated Solar Power*) proses konversi menjadi panas masih membutuhkan gerakan kosentrator yang mengikuti pergerakan matahari, sedangkan dilihat dari berat dan dimensi konversi yang besar mengakibatkan energi yang dibutuhkan untuk menggerakkan kosentrator membutuhkan banyak energi, maka dari itu dibuatlah sistem *array* reflektif. Akan tetapi model mekanisme penggerak *array* tanpa *Scissor Jack* berada pada proses pembelokan sinar matahari yang tidak maksimal yang disebabkan oleh jarak yang dekat antar reflektor. Jarak yang dekat membuat pemantulan cahaya mengenai reflektor di sebelahnya. Sehingga yang seharusnya dibutuhkan pemantulan yang tinggi menjadi proses pemantulan lemah. Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan cara merenggangkan jarak antar reflektor. Dengan solusi ini, cahaya terpantul tidak akan mengenai reflektor disebelahnya. *Scissor Jack* sebagai mekanisme untuk merenggangkan jarak antar reflektor dan juga sebagai pengatur kemiringan dari reflektor.. Dengan begitu penyerapan pada kosentrator menjadi tinggi dan di dapat suhu pada titik fokus yang besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan sudut gerak matahari selama 1 jam adalah 15° sehingga perubahan sudut matahari yang dibutuhkan tiap 30 detik adalah 0.1°. dan pengontrolan motor DC pada reflektor dapat bergerak mengikuti perubahan sudut tiap 30 detik dan berhenti saat sudut tercapai dengan eror rata-rata 9.31%.

Kata-Kata Kunci : *Consentrated Solar Power, Solar Tracker, Scissor Jack, Reflektif Array*

Abstrack

The problem with the CSP (Concentrated Solar Power) system is that the conversion into heat still requires the movement of the concentrator to follow the movement of the sun, while judging from the weight and large conversion dimensions, the energy needed to move the concentrator requires a lot of energy, therefore reflective array systems are created. However, the array drive mechanism model without Scissor Jack is in the process of deflecting sunlight that is not optimal due to the close distance between reflectors. The close distance makes reflecting light on the reflector next to it. So that high reflections should be needed to be a weak reflecting process. The solution that can be done is by stretching the distance between reflectors. With this solution, the reflected light will not hit the reflector next to it. Scissor Jack as a mechanism to stretch the distance between the reflector and also as a tilt regulator of the reflector. Thus absorption in the concentrator becomes high and the temperature is obtained at a large focal point. The results showed that the change in the angle of motion of the sun for 1 hour was 15o so that the change in the angle of the sun required by the 30-second tip was 0.1o. and controlling the DC motor on the reflector can move to follow the change in angle every 30 seconds and stop when the angle is reached with an average error of 9.31%.

Keywords : *Consentrated Solar Power, Solar Tracker, Scissor Jack, Reflektif Array*

1. PENDAHULUAN

Pada kehidupan manusia saat ini, energi fosil sangat di butuhkan. Cadangan energi fosil dari tahun-ketahun semakin turun. Sedangkan, manusia tidak lepas dari penggunaan energi fosil. Bahkan penggunaan energi fosil semakin meningkat seiring berjalannya waktu, mulai dari memasak sampai penggunaan transportasi yang notabenenya setiap hari dilakukan oleh setiap manusia di bumi ini. Bertambahnya jumlah manusia di bumi juga menambah jumlah penggunaan energi fosil. Maka dari itu, dibutuhkan energi alternatif yang abadi, *free*, dan tidak menimbulkan polusi.

Dari pernyataan diatas maka dapat diketahui bahwa listrik tenaga surya yang berbasis efek photovoltaic yang berasal dari piranti solar cell dapat dikembangkan menjadi salah satu pilihan

yang tepat untuk dijadikan sebagai sumber listrik yang murah dan ramah lingkungan. Namun pada kenyataannya, saat ini penggunaan solar cell sebagai sumber listrik yang ramah lingkungan masih minim dalam penggunaannya dikarenakan belum bisa diandalkan sebagai sumber tenaga alternatif yang dapat digunakan untuk menggantikan tenaga listrik yang sebenarnya. [4]

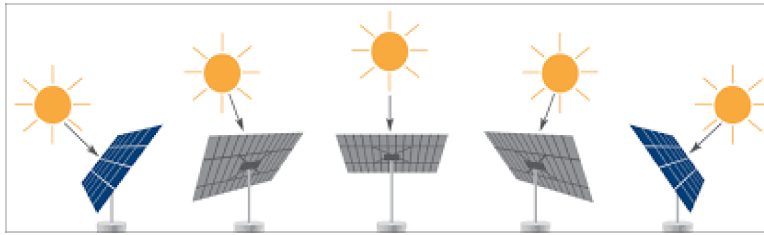
Pancaran sinar matahari yang di terima oleh bumi hanya sebatas 69% dari total pancarannya. Dalam setaun energi yang diterima oleh bumi mencapai 3×10^{24} joule. Energi sebesar itu 1000 kali konsumsi bumi sekarang ini. Apabila 0.1% permukaan bumi ditutupi oleh *solar cell* maka kebutuhan akan energi sudah tercukupi. [8]

Pada umumnya energi matahari dikonversi kedalam bentuk energi listrik untuk menyalakan peralatan elektronik. Sedangkan untuk keperluan pemanas cara itu tidak efektif. Maka energi matahari tidak dikonversi kedalam energi listrik melainkan dikonversi menjadi energi panas CSP (*Concentrated Solar Power*). Panas tersebut dikonsentrasikan menjadi sebuah fokus dengan suhu hingga 1000°C . Konversi tersebut di kenal dengan sebutan PDC (*Parabolic Dish Concentrator*), TC (*Tower Concentrator*), *Fresnel Concentrator*. [5]

2. TINJAUAN PUSTAKA

Solar Tracker adalah gabungan suatu sistem yang mampu mendeteksi dan mengikuti arah matahari agar senantiasa tegak lurus. Tujuan diberikannya penjejak pada *photovoltaic* adalah agar dapat mengoptimalkan daya keluaran dari PV. Semakin tegak lurus PV dengan matahari, maka semakin besar pula daya yang dapat dihasilkan. Hal ini tentunya sangat berguna untuk kebutuhan alternatif sumber energi. *Solar tracking* terdiri dari beberapa komponen penting seperti: sensor, logika kontrol, *controller* dan *photovoltaic*. Penelitian yang berkembang, telah dapat menggunakan berbagai jenis *control* agar penjejak berjalan optimal. Namun adanya *Solar Tracker* sendiri menjadi tantangan buat peneliti untuk mengembangkannya, pasalnya selama ini sistem penjejak memerlukan catu daya yang cukup besar untuk dapat beroperasi agar keluaran daya dari PV menjadi optimal.

Selain digunakan untuk penjejak matahari, diharapkan ada juga daya yang dapat di simpan untuk kepentingan lainnya. [3]



GAMBAR 1. SOLAR TRACKER

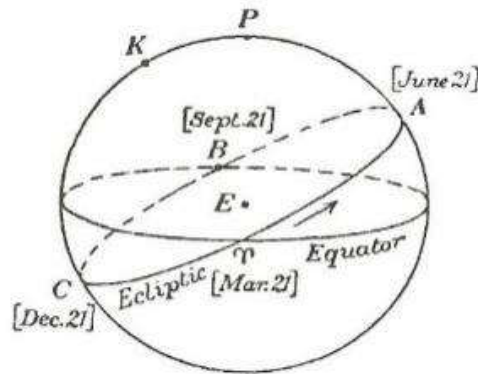
2.1 Solar Furnace

Solar Furnace merupakan sistem yang digunakan untuk menghasilkan panas dengan cara mengonsentrasikan cahaya surya ke dalam satu titik fokus untuk menghasilkan suhu yang tinggi. Cermin parabola atau *heliostats* berkonsentrasi cahaya (*insolation*) ke titik fokus. Suhu yang didapat pada titik terfokus dengan intensitas yang maksimal dapat mencapai 3.500°C (6330°F), dan dengan suhu sepanjang ini dapat digunakan untuk menghasilkan listrik, melelehkan baja, membuat bahan bakar hidrogen atau *Nanomaterials*. [3]

Sekarang *solar furnace* di kenal dengan istilah CSP (*concentratig solar power*). Menurut *U.S Department Of Energy facility* CSP dengan luas 10 mil X 15 mil bisa menghasilkan 20.000 megawatt listrik.

2.2 Koordinat Lintasan Matahari

Terdapat perubahan posisi matahari yang sering di sebut dengan deklinasi. Deklinasi merupakan perubahan posisi matahari terhadap bumi karena akibat dari adanya inklinasi bumi, yaitu kemiringan sumbu rotasi bumi terhadap orbit bumi mengelilingi matahari. Adanya inklinasi tersebut mengakibatkan posisi matahari berubah sebanyak $23,45^{\circ}$ terhadap equator. perubahan posisi terjadi ketika orbit bumi pada posisi yang berlawanan, atau setiap 6 bulan sekali dalam mengelilingi matahari. Dengan adanya perubahan posisi matahari, mengakibatkan matahari tidak selalu terbit dari timur dan tenggalam di barat, melainkan bisa bergeser ke utara atau ke selatan ketika terbit.



GAMBAR 2. SUDUT DEKLINASI MATAHARI

Matahari juga berotasi selama 24 jam yang berakibat matahari bergerak dari timur ke barat. Berubah gerakan matahari secara ekliptika sebanyak $15^\circ/\text{jam}$. Yang di ekspresikan dalam bentuk :

$$h_s = 15^\circ h_{sn}$$

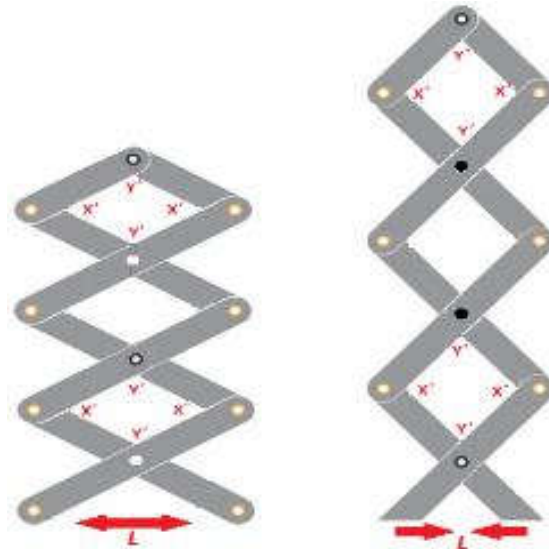
Dengan h_s adalah *elevation degree* dan h_{sn} adalah *sidereal hour of a local site*. Dan sudut ketinggian di ekspresikan dalam bentuk:

$$\delta_s = \left[23.475^\circ \sin \left\{ \left(360 \frac{280 + n}{365} \right) \right\} \right]$$

Dengan n adalah jumlah hari dalam satu tahun yang dimulai setiap per 1 januari. [6]

2.3 Scissor Jack

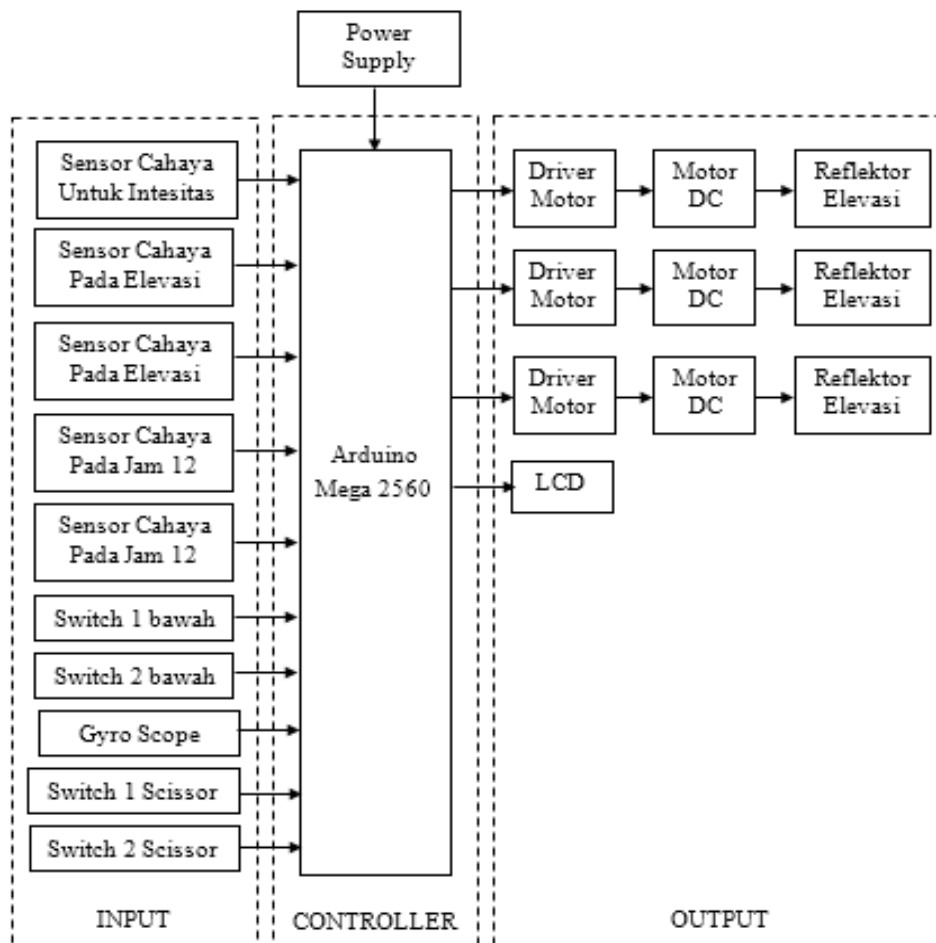
Scissor Jack atau bahasa mekanisnya *pantograph* merupakan mekanisme penggerak dengan cara merubah lebar L . Dengan cara tersebut panjang dari *pantograph* akan berubah. Dengan menggunakan prinsip dari *pantograph* maka dibuat alat namanya scissor jack yang di gunakan untuk merubah jarak suatu benda. Dengan *scissor jack* beban yang berat menjadi ringan hampir sama dengan prinsip *hidrolic jack*, umumnya *scissor jack* digunakan pada alat pengangkat. Karena dengan metode *scissor jack* perubahan jarak dari pendek menjadi panjang sangat besar jika dibandingkan dengan *hidrolic jack* ataupun *gearjack* maka metode ini sering digunakan untuk tangga.



GAMBAR. 3 SCISSOR JACK

3. METODOLOGI

3.1 Diagram Blok Sistem



GAMBAR 4. DIAGRAM BLOK ALAT

Pada gambar 4 di atas menerangkan tentang diagram blok alat yang berisi dari 3 blok yaitu INPUT, CONTROLLER, OUTPUT. Pada blok INPUT berisi sensor berupa sensor cahaya, sensor switch, Sensor Gyroscope. Pada bagian CONTROLLER berisi Arduino Mega 2560 sebagai pemroses data dan pengesekusi program. Di bagian OUPUT berisi aktuator berupa Motor DC dan LCD.

3.2 Prinsip Kerja

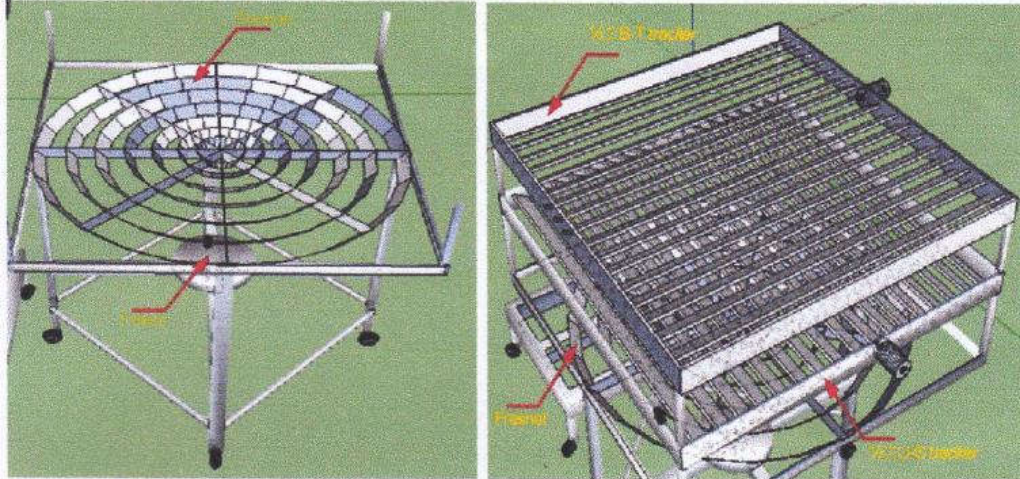
Prinsip kerja dari *solar tracker* reflektif ini mendeteksi arah datangnya sinar matahari dengan cara membandingkan kedua sensor photodiode. Sensor *solar tracker* diletakkan dibawah *reflektor*, untuk mengetahui posisi kemiringan dan arah datangnya sinar matahari. Ketika sensor *solar tracking* elefasi maupun deklanasi tidak mendapat intensitas matahari maka *controller* akan membaca sensor intensitas cahaya untuk mengetahui intensitas cahaya tinggi atau rendah.

Ketika di dapat tinggi maka *controller* memerintahkan *actuator* untuk menggerakkan reflektor kearah tertentu untuk mencari posisi sinar matahari datang. Akan tetapi, ketika intensitas rendah maka *controller* tidak melakukan eksekusi program dikarenakan kondisi saat malam hari atau saat kondisi mendung. *Controller* akan memerintahkan eksekusi selanjutnya ketika intensitas sinar matahari mulai tinggi.

Actuator yang digunakan sebanyak 3 buah motor dc yang berguna untuk menggerakkan reflektor. 2 buah motor dc untuk mengatur jarak antar keping *reflektor* dan 1 buah motor dc untuk mengatur kemiringan *reflektor*. Ketika pagi dan sore hari posisi matahari berada di ufuk barat/timur, yang menjadikan sudut pemantulan dari *reflektor* sangat tajam, saat itulah *controller* memerintahkan *actuator* untuk melebarkan jarak antar keping *reflektor* agar pemantulan sinar matahari bisa

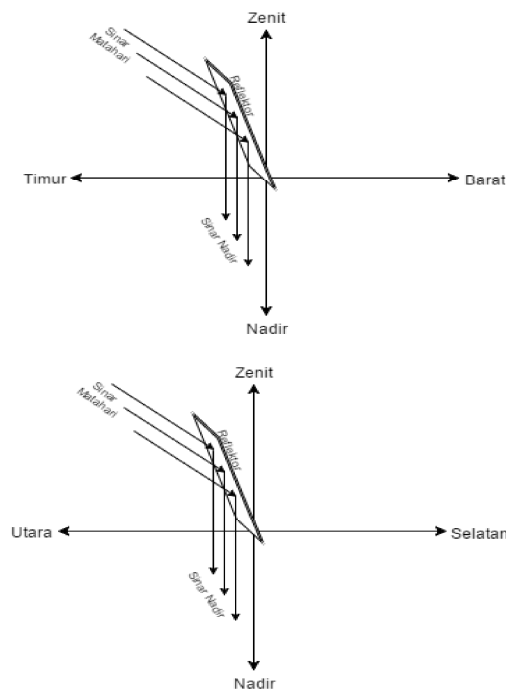
mengarah ke kosentrator dan tidak mengarah ke keping reflektor sampingnya.

3.3 Desain Mekanik



GAMBAR 5. ILUSTRASI FRESNEL FOCUS DIAM DAN REFLEKTIF DIATAS FRESNEL

Gambar 5 merupakan desain konsentrator fresnel fokus diam dengan reflektro tanpa *scissor jack*. Jadi tidak ada proses pengaturan jarak antar reflektor.



GAMBAR 6. SKEMA PENGATURAN REFLEKTOR

Gambar 6 menjelaskan proses pemantulan cahaya matahari oleh reflektor ke arah bawah (nadir) pada posisi inklinasi dan deklinasi.

Untuk menganalisis data dari hasil dari perancangan alat ini maka digunakan rumus mencari sudut reflektor. Rumus ini digunakan untuk menjejak datangnya sinar matahari per hari dari arah timur menuju barat, mengikuti persamaan reflektif sebagai berikut:

$$\rho(t) = \frac{(h_s - 90)}{2} (t)$$

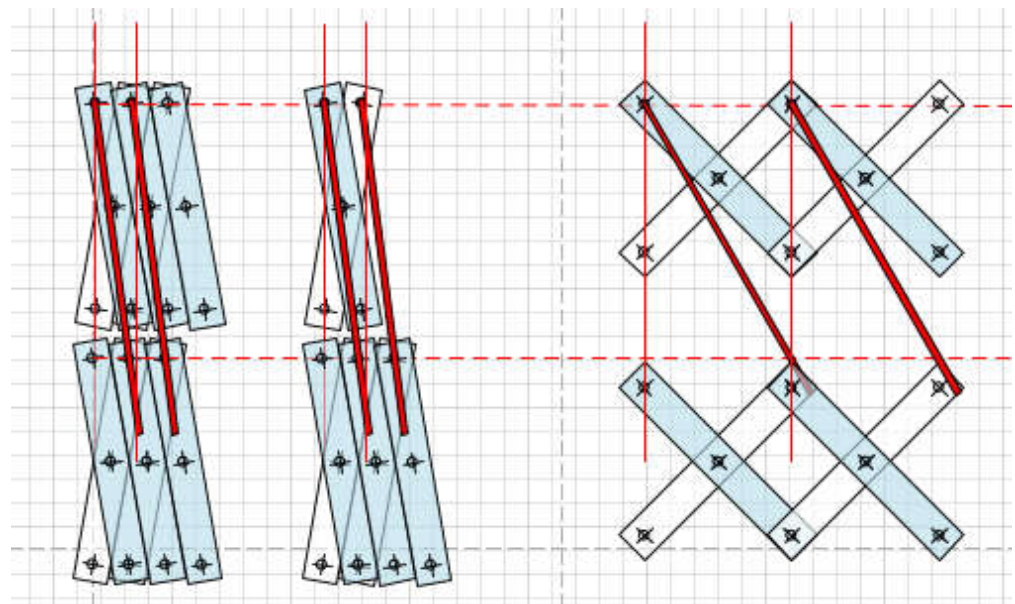
$\square \square =$ sudut reflektor $\{-45^\circ < \square < 45^\circ\}$

$h_s =$ sudut datang matahari $\{0^\circ < h_s < 180^\circ\}$

$t =$ jam $\{06:00 < t < 18:00\}$

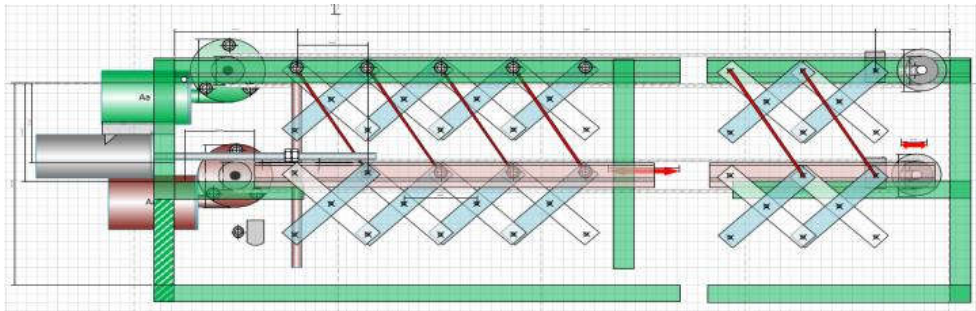
Siang

Pagi/sore

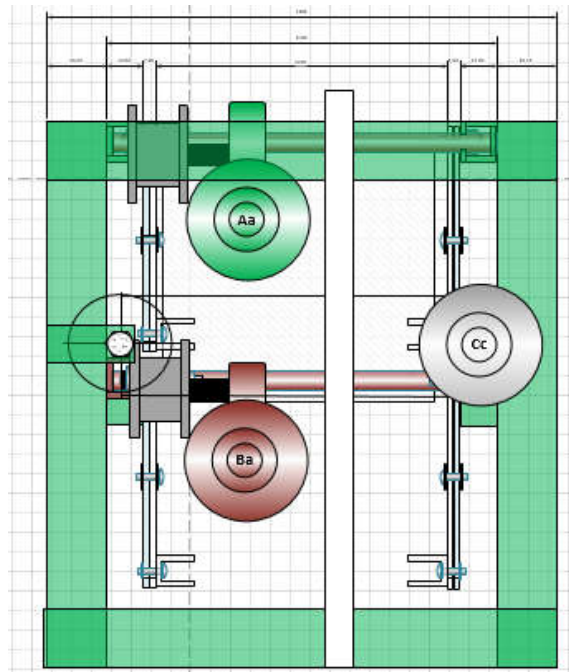


GAMBAR. 7 MEKANIKA PENGGERAK REFLEKTOR

Gambar. 7 menunjukkan posisi kemiringan reflektor dan pergerakan *scissor jack*. Garis merah sebagai reflektor dan garis biru dan putih sebagai *scissor jack*. Ketika posisi pagi hari reflektor akan miring ke arah timur dan posisi *scissor jack* merenggang seperti ditunjukkan gambar 7 sebelah kanan. Ketika siang hari kemiringan reflektor berada posisi tegak dan *scissor jack* pada posisi merapat



GAMBAR. 8 GAMBAR MEKANIK TAMPAK SAMPING

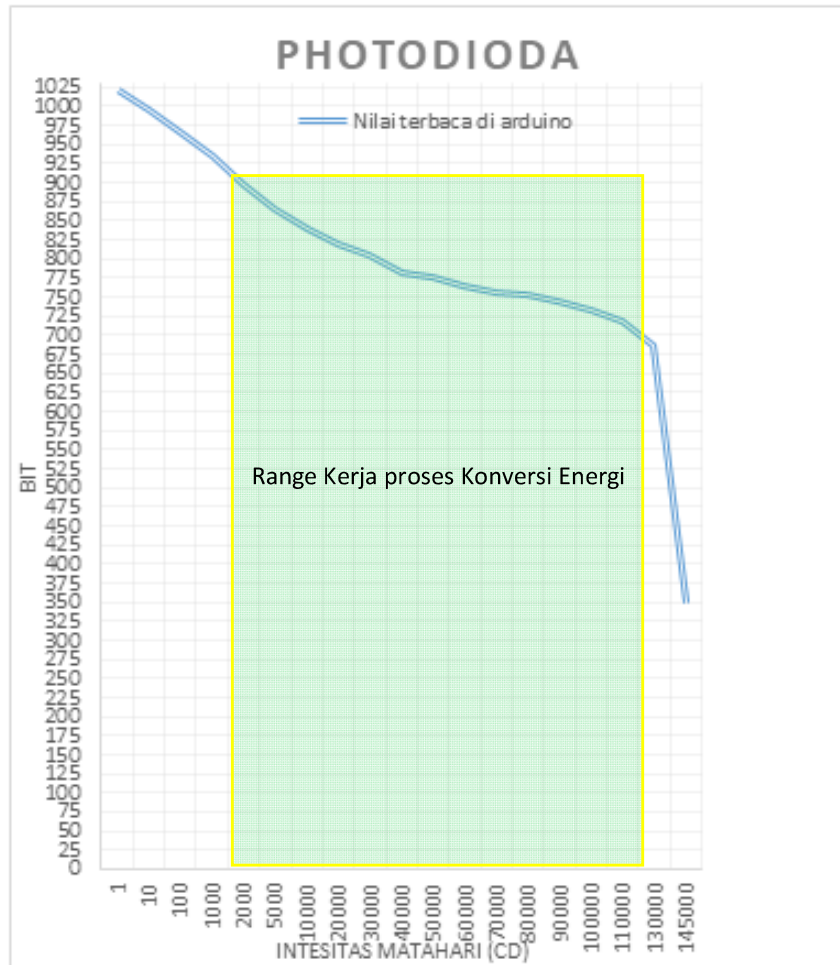


GAMBAR. 9 GAMBAR MEKANIK TAMPAK DEPAN

Gambar 8 tampak samping dan gambar 9 tampak depan diatas merupakan desain kontruksi dari fresnel dengan reflektif. Dengan panjang 4 meter dan lebar 1,3 meter berbahan besi kotak ringan. *Scissor jack* bagian atas menopang pada rel diam sedangkan yang bawah pada rel yang bergerak. Rel bergerak digunakan untuk membantu dalam kemiringan dan merubah arah kemiringan ketika matahari bergerak dari ufuk timur ke ufuk barat. Dalam hal ini *scissor jack* selain berfungsi untuk mengatur jarak antar reflektor juga berfungsi untuk mengatur kemiringan reflektor.

4.PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Sensor Photodioda



GAMBAR 10. GRAFIK HASIL PENGAMBILAN DATA PHOTODIODA

Bisa dilihat ketika pada intensitas tertinggi nilai pada pembacaan arduino bernilai 700 dan intensitas terendah 1024. Dengan begitu bisa digunakan untuk set point pada saat kondisi gelap dan terang. Sehingga penentuan batas minimal intensitas cahaya matahari yang dapat digunakan untuk proses konversi energi pada 2000 Cd dengan output sinyal analog photodioda yang terbaca pada arduino adalah 900 bit. Jadi ketika sinyal analog berada di atas nilai 900 maka kondisi gelap dan ketika di bawah 900 maka proses konversi energi bisa dilakukan. Dengan begitu range yang digunakan dalam proses konversi energi pada 900 bit (2000Cd) hingga 700 bit (13000Cd).

4.2 Pengujian Motor DC

Dilakukan pengujian terhadap motor dc untuk mengatur arah putaran motor dc. Pengujian dilakukan dengan cara memberi nilai pada driver agar menyalakan motor dc.

TABEL. 1 TABEL PENGUJIAN DRIVER MOTOR DC

No	Port A	Port B	ARAH
1	0	0	Berhenti
2	1	0	Putar Kiri
3	0	1	Putar Kanan
4	1	1	Breaking

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada driver motor dc berkerja dengan baik. Respon cepat yang dibutuhkan berjalan dengan baik. Meskipun di beri delay singkat untuk membalik putaran motor dc driver tidak rusak.

4.3 Analisa Hasil Pengujian Sudut Reflektor

Pengujian sudut *reflektor* dilakukan selama 6 jam mulai dari jam 09.00 WIB sampai jam 15.00 WIB. Pemilihan waktu didasarkan pada sudut datang cahaya matahari yang sudah mencapai 45 derajat, dengan sudut datang sebesar itu diharapkan bayangan yang berasal dari pepohonan ataupun bangunan sudah tidak lagi ada. Dengan begitu penyerapan intensitas cahaya matahari bisa maksimal. Pengambilan data dilakukan setiap 30 menit sekali menggunakan sensor *gyroscope* yang dipasang pada *reflektor*.

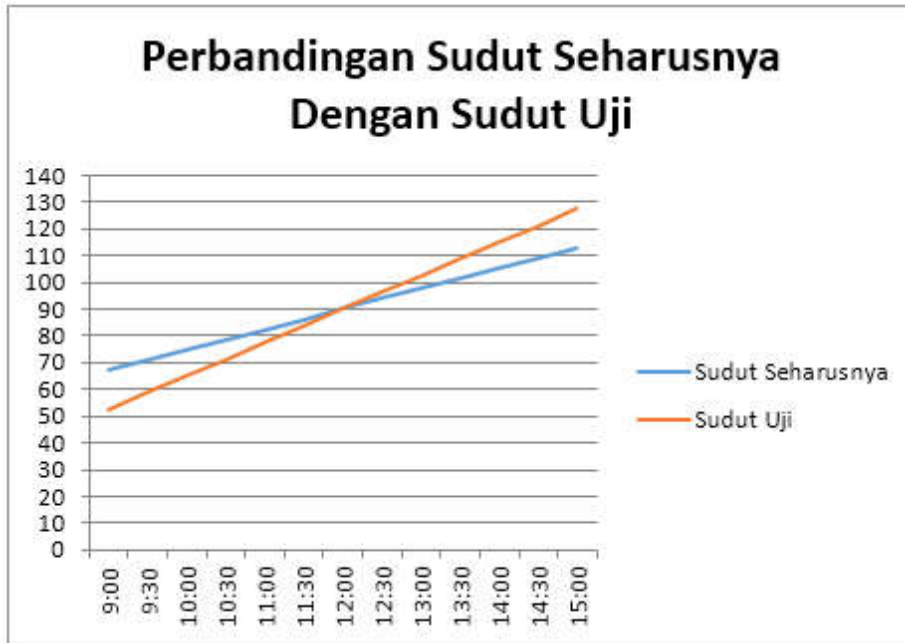
TABEL. 2 TABEL PENGUJIAN SUDUT REFLEKTOR

No	Jam	Sudut(o)
1	09.00	52,5
2	09.30	58,75
3	10.00	65
4	10.30	71,25
5	11.00	77,5

6	11.30	83,75
7	12.00	90
8	12.30	96,25
9	13.00	102,5
10	13.30	108,75
11	14.00	115
12	14.30	121,25
13	15.00	127,5

TABEL. 3 TABEL BESARNYA ERROR ALAT

Sudut Seharusnya (o)	Sudut Uji (o)	Error(%)
67,5	52,5	22,22
71,25	58,75	17,54
75	65	13,33
78,75	71,25	9,52
82,5	77,5	6,06
86,25	83,75	2,90
90	90	0,00
93,75	96,25	2,67
97,5	102,5	5,13
101,25	108,75	7,41
105	115	9,52
108,75	121,25	11,49
112,5	127,5	13,33



GAMBAR 11. GRAFIK PERBANDINGAN SUDUT SEBENARNYA DENGAN SUDUT UJI

Gambar 11 merupakan perbandingan grafik antara sudut seharusnya yang berasal dari proses perhitungan melalui rumus persamaan reflektif yang telah ditentukan dan sudut uji yang berasal dari pengukuran pada alat.



GAMBAR 12. GRAFIK ERROR REFLEKTOR

Gambar 12 adalah grafik dari hasil perhitungan eror antara sudut seharusnya dengan sudut uji.

5. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dari masalah yang di bahas dalam skripsi ini, dapat ditarik kesimpulan seperti berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil fokus panas terkonsentrasi digunakan *reflektor* untuk mengarahkan cahaya matahari yang tegak lurus kearah nadir.
2. Untuk mengarahkan cahaya agar bisa tegak lurus yaitu dengan mengatur sudut *reflektor* sesuai dengan sudut arah datangnya cahaya matahari.
3. Perubahan sudut gerak matahari selama 1 jam adalah 15 derajat, sehingga perubahan sudut matahari yang dibutuhkan tiap 30 detik adalah 0.1 derajat.
4. Pengontrolan motor DC pada *reflektor* dapat bergerak mengikuti perubahan sudut tiap 30 detik dan berhenti saat sudut tercapai dengan eror rata-rata 9,31%

Dari perancangan alat yang telah direalisasikan pada skripsi ini, maka penulis mengharapkan semoga dapat menjadi dasar penelitian lebih lanjut, mengingat banyak kekurangan dan kurang sempurna dalam perancangan alat ini, maka perlu pengembangan dan penelitian lebih lanjut pada waktu yang akan datang. Adapun saran untuk skripsi ini adalah :

1. Pembuatan mekanik pada *solar tracker scissor jack* untuk Fresnel diharapkan kepresisian yang tinggi, karena perubahan sudut yang kecil sehingga pergerakan *scissor* lebih *smooth* dan sudut surya dapat tercapai dengan baik.
2. Sistem pergerakan reflektor tidak hanya memperhitungkan sudut tetapi jarak antar plat reflektor juga diperhitungkan tujuannya agar fokus panas tetap pada satu titik.
3. Ketebalan reflektor harus diperhitungkan dengan baik, karena apabila terlalu tebal akan mengakibatkan bayangan pada fresnel dan membuat cahaya terpantul tidak maksimal akan tetapi apabila terlalu tipis berakibat pada reflektor menjadi mudah bengkok.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Christopher L, Martin; D. Yogi Goswami 2005. *Solar energy pocket reference*. Eathscan. P. 45. ISBN 978-1-84407-306-1.
- [2] Duwez, Pol. 1956. *The Solar Furnace*. Jurnal Internasional Engineering And Science Vo XIX.
- [3] Muhammad, Amar dan ST., MT., Abadi, Imam 2012. *Rancang Bangun Sistem Penjejak Matahari 2 Sumbu Berbasis Kontrol Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)*. Jurnal Sains Dan Seni Pomits Vol. 1, No.1.
- [4] Santoso, Danny M 2003. Artikel Sel Surya, Jakarta, NN.
- [5] Setiawan, BEE., MT., Dr. Budhy. Ir. Yulianto, M.T, dkk 2016. *Penjejak Matahari Reflektif $\frac{1}{2}$ phi Sebagai Pengarah Sinar Nadir Pada Konsentrator Fresnel Fokus Diam, Malang*.
- [6] Setiawan, Budhy. Mauridhi Hery Purnomo, dkk 2012. *Advance Control Of ON-SHIP Solar Tracker Using Adaptive Wide Range Anfis*.
- [7] U.S Departemen Of Energy. *The History Of Solar*. Jurnal Internasional Energy Efficiency and Reneweble Energy.
- [8] Yulianto, Brian 2009. Artikel IPTEK, www.rsc.org/chemistryworld. (Online) diakses tanggal 5 November 2016.