

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM INSTALASI SOLAR TRACKING DUAL AXIS UNTUK OPTIMASI PANEL SURYA

Hif Zuddin

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
e-mail : hifzuddin@mhs.unesa.ac.id

Subuh Isnur Haryudo, S.T., M.T.

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
e-mail : subuhisnur@unesa.ac.id

Abstrak

Sistem instalasi *solar tracking dual axis* merupakan sebuah sistem yang mampu untuk menggerakkan panel surya untuk selalu mengikuti pergerakan dari sumber cahaya secara otomatis. Pergerakan dari sistem *solar tracking dual axis* memiliki dua arah pergerakan yaitu secara horizontal dan vertical. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan sistem instalasi *solar tracking dual axis* yang mampu menggerakkan panel surya secara otomatis agar selalu dapat mengikuti gerak dari sumber cahaya. Sistem ini dilengkapi dengan sensor *light dependent resistor* yang mampu mendeteksi sumber cahaya, *mikrokontroler arduino uno* yang berfungsi sebagai sistem kontrol dari sistem *solar tracking dual axis*, Selain itu sistem ini juga dilengkapi dengan *solar charge controller* yang berfungsi untuk mengontrol arus pengisian dan arus yang disupply ke beban. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem *solar tracking dual axis* yang telah di rancang dan diimplementasikan mampu untuk menggerakkan panel surya untuk selalu tegak lurus dengan arah datangnya sumber cahaya. sistem ini lebih efisien untuk meningkat hasil energi yang di hasilkan oleh panel surya dibandingkan dengan menempatkan panel surya pada sudut elivasi tertentu. Selain itu, dengan menggunakan sistem instalasi *solar tracking dual axis* panel surya dapat menghasilkan daya sebesar 33,67 untuk mengisi baterai dengan kapasitas 540 watt sehingga dapat digunakan untuk beban lampu 25 watt selama 21,6 jam.

Kata Kunci : Sistem instalasi *solar tracking dual axis*, *Arduino Uno*, *Solar Charge Controller*, *battrey*, *Light Dependent Resistor*

Abstract

Installation system of dual axis solar tracking is a system that is able to move the solar panels to always automatically follow the movement of the light source. The movement of dual axis solar tracking system has two-way movement i.e. horizontal and vertical. The research aims to produce a solar installation system of dual axis tracking that can drive the solar panels automatically in order to follow the motion of the light source. This system is equipped with a light sensor, light dependent resistor to detect the light sources, microkontroler the arduino uno as a control system of dual-axis solar tracking system. Furthermore, the system is also equipped with solar charge controller to control the flow of the charging current and disupply the load. The results show that the dual axis tracking solar system that has been designed and implemented can be moved to always perpendicular to the direction of the light source. This system is more efficient to improve the energy productions produced by solar panels compared to independently putting solar panels on the actual angle of elivasi. In addition, the installation of the solar system using dual axis tracking solar panels could generate power of 33.67 to charge the batteries with a capacity of 540 watts. Thus, that could be used to load the 25 watt lamp for 21.6 hours.

Keywords : solar installation system dual axis tracking, *Arduinno Uno*, *Solar Charge Controller*, battery, *Light Dependent Resistor*

PENDAHULUAN

Listrik telah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia. Hampir semua aktivitas manusia, baik di rumah tangga, perkantoran, maupun industri sangat bergantung pada energi listrik. Semakin bertambah manusia semakin besar pula kebutuhan energi listrik yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan manusia.

Pemanfaatan energi surya sebagai sumber alternatif bagi pemenuhan kebutuhan listrik di Indonesia. Di Indonesia sangatlah tepat mengingat letak geografis yang berada di daerah tropis dengan panas matahari tersedia sepanjang tahun. Ada dua macam teknologi pemanfaatan energi surya yaitu teknologi energi surya *thermal* dan energi surya *photovoltaic*. Menurut Roni (Roni, 2015) Teknologi energi surya *photovoltaic* adalah teknologi pemanfaatan energi surya dengan cara mengkonversikan

energi surya menjadi arus listrik dengan piranti semikonduktor yang disebut sel surya (*solar cell*).

Menurut Huang (Huang, 2009) Pada lampu jalan masih banyak panel surya dipasang permanen dengan sudut elevasi yang tetap (*fixed elevating angles*). Hal ini menyebabkan panel surya tersebut tidak dapat menyerap radiasi matahari secara optimal.

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan rancangan alat dan mengetahui hasil pengujian sistem instalasi solar tracking dual axis untuk optimasi panel surya. Skema pengendalian menggunakan Microcontroller Arduino UNO dengan 4 variabel masukan berupa output dari sensor ldr. Sedangkan keluaran sistem kendali berupa nilai PWM.

KAJIAN PUSTAKA

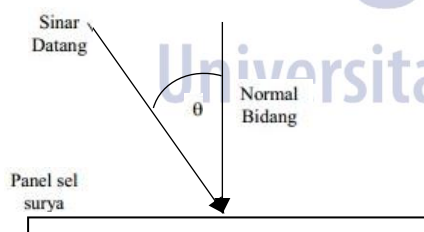
Energi Surya

Energi surya adalah energi yang didapatkan dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi energi sumber daya dalam bentuk lain. Energi surya menjadi salah satu sumber pembangkit daya selain air, uap, biogas, batu bara, dan minyak bumi. (Valdi, 2012)

Teknik pemanfaatan energi surya mulai muncul pada tahun 1839, ditemukan oleh A.C. Becquerel. dengan menggunakan kristal silikon untuk mengkonversikan radiasi matahari, namun sampai tahun 1955 metode ini belum banyak dikembangkan. Selama kurun waktu lebih dari abad, sumber energi yang banyak digunakan adalah minyak bumi dan batu bara.

1. Pengaruh sudut datang terhadap radiasi matahari yang diterima

Besar radiasi yang diterima panel sel surya dipengaruhi oleh sudut datang (*angle of incidence*) yaitu sudut antara sinar datang dengan komponen tegak lurus dengan bidang panel.



Gambar 1. Arah sinar datang membentuk sudut terhadap normal bidang panel surya
(Sumber : Budi, 2005)

Latitude (garis lintang)

Latitude adalah sudut lokasi di sebelah utara atau selatan dari equator (khatulistiwa). Apabila sudut lokasi terletak di sebelah utara khatulistiwa maka nilai sudut akan bernilai positif sedangkan sudut lokasi yang

terletak di sebelah selatan khatulistiwa maka nilai sudut akan bernilai negatif.

Sudut jam matahari (ω)

Sudut jam matahari adalah sudut penyimpangan matahari di sebelah timur atau barat garis bujur karena rotasi pada porosnya sebesar 15° perjam, dimana sebelum jam 12.00 nilai sudut akan bernilai negatif sedangkan setelah jam 12.00 nilai sudut akan bernilai positif.

(Eflita, 2012)

$$\omega = (ts - 12) \times \frac{360}{24} \quad (1)$$

Keterangan :

ts = Waktu (Jam)

ω = Sudut jam matahari ($^\circ$)

Sudut deklinasi (δ)

Sudut deklinasi adalah sudut posisi matahari terhadap bidang khatulistiwa, dimana nilai sudut akan bernilai positif apabila berada di garis lintang utara dan bernilai negatif apabila berada di garis lintang selatan. Deklinasi dapat diperoleh menggunakan persamaan (2) (Eflita, 2012)

$$\delta = 23,45^\circ \sin \left(360 \times \frac{284+N}{365} \right) \quad (2)$$

Keterangan :

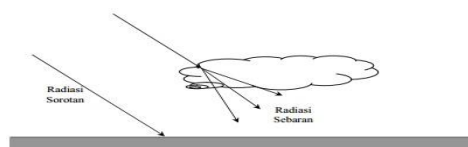
δ = Sudut deklinasi ($^\circ$)

N = menyatakan nomor urut hari dalam satu tahun

$23,45^\circ$ = Besar sudut inklinasi bumi (sudut antara sumbu rotasi dengan bidang orbit matahari)

2. Radiasi harian matahari pada permukaan bumi

Radiasi matahari yang tersedia di luar atmosfer bumi atau sering disebut konstanta radiasi matahari sebesar 1353 W/m^2 dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan panjang gelombang pendek (ultraviolet) sedangkan karbon dioksida dan uap air menyerap sebagian radiasi dengan panjang gelombang yang lebih panjang (inframerah). Selain pengurangan radiasi bumi yang langsung atau sorotan oleh penyerapan tersebut, masih ada radiasi yang dipancarkan oleh molekul-molekul gas, debu, dan air dalam atmosfer sebelum mencapai bumi yang disebut sebagai radiasi sebaran. (Budi, 2005)



Gambar 2. Radiasi sorotan dan radiasi yang mengenai permukaan bumi
(Sumber : Budi, 2005)

Solar Tracking System

Solar Tracking system adalah sebuah sistem *tracking* yang mampu untuk menggerakkan sebuah panel surya supaya dapat mengikuti pergerakan dari arah datangnya cahaya.

Ada 2 jenis sistem *tracking* yang dapat digunakan, yaitu *single axis tracking system* dan *dual axis tracking system*. Perbedaan kedua sistem tersebut terletak pada jumlah sumbu yang digunakan. *Single axis tracking system* hanya menggunakan 1 sumbu sehingga pergerakannya hanya satu arah yaitu bolak-balik. Sedangkan *dual axis tracking system* menggunakan 2 sumbu yaitu sumbu x dan y. Sumbu x akan menghasilkan pergerakan perputaran secara horizontal, sedangkan sumbu y akan menghasilkan pergerakan secara vertikal.

Sel Surya (Photovoltaic)

Photovoltaic adalah alat yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* terbuat dari bahan semikonduktor, dalam hal ini bahan yang sering dipakai adalah silikon. Silikon dalam *photovoltaic* dapat berperan sebagai konduktor maupun isolator.

Panel surya memiliki beberapa jenis yaitu *Polikristal (Poly-crystalline)*, *Monokristal (Mono-crystalline)*, *Silikon Amorphous*. Hal yang mempengaruhi dari kinerja *photovoltaic* dengan bahan silikon adalah temperatur dan intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam panel surya.

Baterai/Accu

Baterai atau Accu merupakan alat penyimpanan energi listrik melalui proses elektrokimia. Proses elektrokimia adalah proses terjadinya perubahan kimia menjadi listrik (proses pengosongan) dan listrik menjadi kimia dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda pada baterai yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan pada sel.

Motor Dc

Motor DC (*Direct Current*) adalah peralatan elektromagnetik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik. Motor DC dikendalikan dengan menentukan arah dan kecepatan putarnya. Arah putarannya motor DC adalah searah dengan putaran jarum jam (*Clock Wise/ CW*) atau berlawanan arah dengan putaran jarum jam (*Counter Clock Wise/CCW*), yang bergantung dari hubungan kutub yang diberikan pada motor DC. Kecepatan putaran motor DC diatur dengan besaran arus yang diberikan. (Andi, dkk, 2017:37)

Sensor

Sensor adalah suatu komponen yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut transduser.

1. Light Dependent Resistor

Light Dependent Resistor atau fotoresistor merupakan sensor yang merespon intensitas cahaya dan mengubahnya menjadi tahanan. Nilai tahanan LDR akan menurun dengan meningkatnya intensitas cahaya yang mengenainya atau nilai resistansi berbanding terbalik dengan intensitas cahaya.

Cara kerja semikonduktor ini adalah memanfaatkan energi foton yang apabila terkena permukaan semikonduktor, maka energi foton akan mengakibatkan elektron yang berikatan lepas, sehingga terjadi pergerakan elektron. Pergerakan elektron ini akan menimbulkan adanya arus listrik. Ketika nilai dari arus listrik naik, maka nilai hambatan akan menurun, sehingga ketika nilai I semakin besar, maka nilai R akan semakin berkurang. (Zulhendri, Ridho, 2013:2)

Microkontroler

Microkontroler merupakan suatu sistem dimana masukan tertentu dapat digunakan sebagai pengendali untuk keluaran dengan nilai tertentu.

1. Arduino UNO

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan untuk penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

2. Arduino IDE

Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) adalah sebuah software aplikasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan pemrograman pada arduino. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C.

3. Driver Motor

Motor DC tidak dapat dikendalikan secara langsung oleh mikrokontroler, karena kebutuhan daya listrik yang cukup pada motor DC sedangkan daya keluaran pada mikrokontroler sangat kecil. Sehingga mikrokontroler membutuhkan rangkaian *driver* yang mampu memperbesar daya dari 0 V-5 V menjadi 0 V-12 V. Ada beberapa jenis *driver* kecepatan motor, yaitu menggunakan rangkaian H-Bridge transistor, H-Bridge MOSFET, dan IC *driver* motor.

Liquid Cristal Display (LCD)

LCD adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan data, baik karakter, huruf atau grafik. LCD mempunyai pin data, control caru daya, dan pengatur kontras tampilan. LCD dilengkapi dengan microcontroller HD44780 yang berfungsi sebagai pengendali. Berikut bentuk tampilan fisik dari LCD seperti pada gambar 2.14. (Pratama, dkk. 2014 :72)

1. Inter Integrated Circuit

Inter Integrated Circuit atau sering disebut dengan I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. I2C merupakan singkatan dari Inter IC atau komunikasi antar IC atau sering disebut juga IIC atau I2C. I2C tidak hanya digunakan pada komponen yang terletak pada board, tetapi juga digunakan untuk menghubungkan komponen yang terhubung melalui kabel. Berikut bentuk fisik dari I2C seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.15. (Pratama,dkk.2014 :72)

Lampu

Lampu adalah komponen elektronika yang digunakan sebagai penerang ruangan maupun jalanan sehingga pengguna ruangan dan pengguna jalan dapat melihat dengan lebih jelas yang akan dilalui pada malam hari, sehingga dapat meningkatkan keselamatan dan keamanan dari para penggunanya.

Jenis dan besarnya pencahayaan yang digunakan sebagai penerangan jalan dapat di klasifikasi dengan beberapa kelas :

a. Jalan Lokal

Jalan lokal adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri pejalan kaki jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah. Dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

b. Jalan Arteri Primer

Jalan arteri primer adalah jalan penampung kegiatan lokal dan regional.

c. Jalan Arteri Primer

Jalan arteri sekunder adalah penampung jalan kegiatan lokal dan regional sebagai pendukung jalan arteri primer.

d. Jalan Kolektor Primer

Jalan kolektor primer adalah jalur pengumpulan dari jalan lingkungan sekitar yang akan bermuara pada jalan arteri primer dan arteri sekunder.

e. Jalan Lingkungan

Jalan lingkungan adalah jalur jalan lingkungan perumahan, pedesaan atau perkampungan.

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

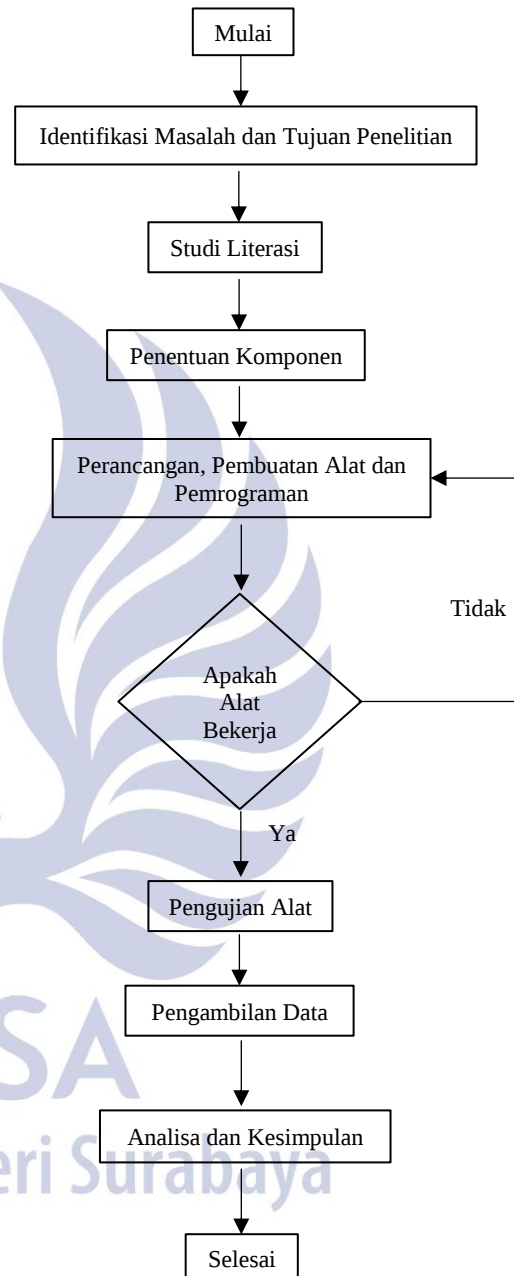
Pada penelitian ini, pendekatan penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan. Tujuan dari penelitian pengembangan adalah mengembangkan suatu sistem dan menyempurnakan sistem tersebut. Metode penelitian pengembangan (*Research and Developmen*) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut.

Pada Penelitian ini akan mengembangkan model dari sitem kontrol panel surya pada penerangan jalan umum (PJU) dengan tujuan utama yaitu dapat menggerakkan panel surya agar selalu tegak lurus dengan

arah datangnya cahaya matahari sehingga panel surya dapat menyerap energi matahari secara maksimal.

Rancangan Penelitian

Urutan rancangan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.

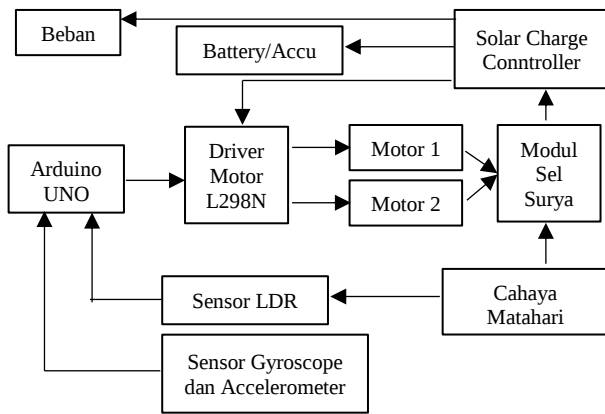


Gambar 3. Tahapan rancangan penelitian
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2019)

Rancang Bangun Hardware

Diagram Hardware Sistem

Diagram *Hardware* sistem *solar tracking system* dual axis untuk optimasi panel surya pada penerangan jalan umum (PJU) secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Hardware sistem solar tracking system dual axis
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2019)

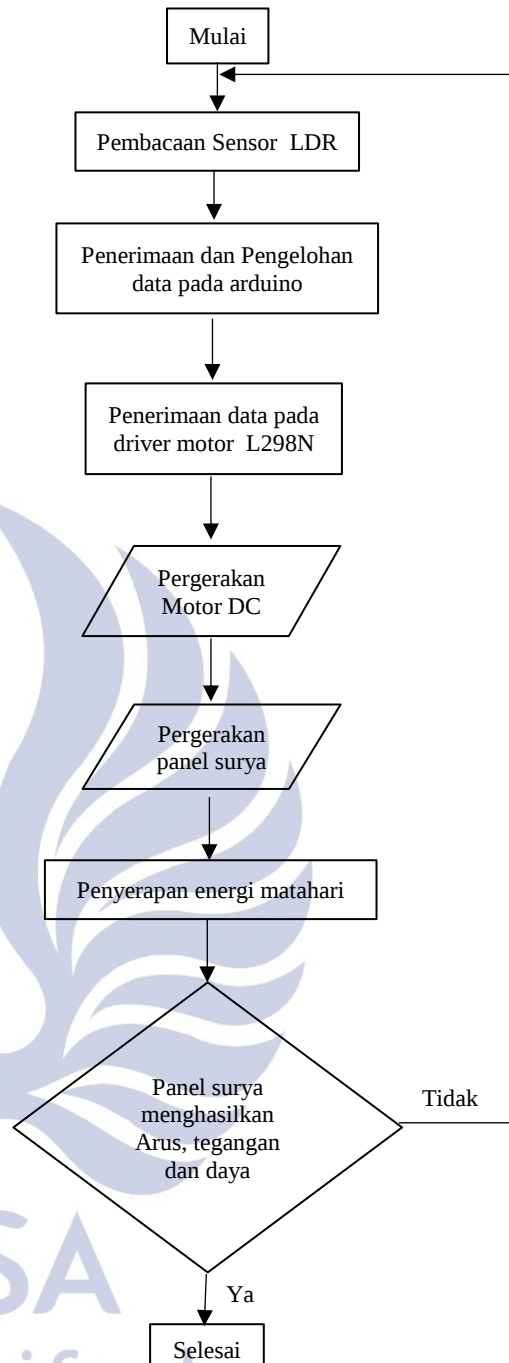
Pada Gambar 4 terdapat tiga bagian sistem yaitu mikrontroller, sensor dan motor. Pada bagian mikrokontroller terdapat Arduino UNO yang sudah terisi dengan program sistem *solar tracking dual axis*. Arduino UNO digunakan sebagai pusat dari sistem kontrol *solar tracking dual axis*

Pada bagian sensor terdapat dua tipe sensor yang digunakan yaitu sensor *Light Dependent Resistor* dan *Gyroscope*. sensor *Light Dependent Resistor* berfungsi sebagai pendeteksi sumber cahaya sekaligus inputan dari Arduino UNO, Sedangkan sensor *Gyroscope dan Accelerometer* berfungsi untuk mengukur kecepatan sudut dengan satuan ($^{\circ}/s$) yang dialami oleh suatu benda pitch, roll, dan yaw, sedangkan sensor accelerometer adalah piranti elektronik yang berguna untuk mengatur percepatan yang terjadi pada suatu objek.

Pada bagian motor terdapat modul L298N. Modul L298N berfungsi sistem kontroller dari motor DC. Motor DC berfungsi untuk menggerakkan panel surya sesuai dengan nilai inputan yang masuk.

Diagram Alur Tahap Perancangan Hardware

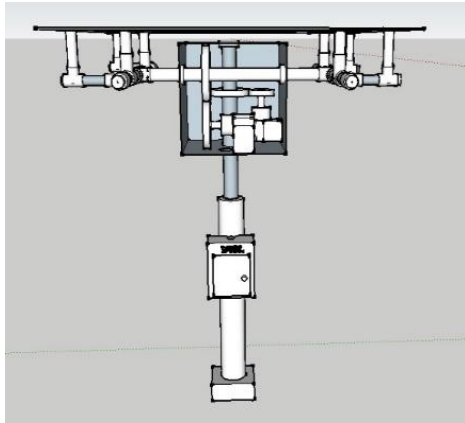
Pada bagian sisi panel terdapat 4 buah sensor ldr dimana ldr akan menerima cahaya matahari setelah itu sensor akan memberikan sinyal pada arduino uno untuk diproses. Kemudian arduino uno memerintahkan motor dc untuk menggerakkan panel surya step demi step untuk mendapat cahaya matahari yang sempurna sehingga panel surya dapat menyerap energi matahari dengan maksimal dan panel surya akan menghasilkan tegangan dan arus. Jalannya program ditunjukkan melalui diagram alir pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alur tahap perancangan Hardware
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2019)

Desain Perancangan Alat

Sebelum merakit sistem *solar tracking dual axis* maka peneleti membuat desain perancangan alat yang akan digunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Desain Perancangan sistem solar tracking dual axis
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2019)

Desain perancangan alat berguna untuk memudahkan peneliti dalam merakit alat dan menentukan penempatan komponen yang akan digunakan. Pada desain ini, penempatan sensor *Light Dependent Resistor* diletakkan pada setiap sudut panel. Sedangkan sensor *Gyroscope* dan *Accelerometer* diletakkan dibawah Panel surya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil dari kegiatan implementasi skripsi yang berjudul “Perancangan Dan Implementasi Sistem Instalasi Solar Tracking Dual Axis Untuk Optimalisasi Panel Surya Pada Penerangan Jalan Umum(PJU) berhasil menghasilkan sebuah alat yang berfungsi untuk mengikuti sumber cahaya.

Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini merupakan pengujian keseluruhan alat untuk mengetahui hasil kerja dari sistem instalasi solar tracking dual axis, apakah sistem instalasi solar tracking dual axis ini mengikuti gerak dari sumber cahaya atau tidak. Pengujian dilakukan diluar ruangan yaitu di gendung A8 lantai 5 Universitas Negeri Surabaya, Adapun waktu pelaksanaan pengujian dilakukan pada pukul 08.00-16.00 dengan harapan mendapatkan sinar matahari selama 8 jam perhari. Karena berdasarkan data BMKG Stasiun Meteorologi Perak I waktu tersebut merupakan waktu efisiensi penyinaran matahari. Posisi panel surya pada pagi hari jam 8 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Sistem solar tracking dual axis pada jam 08.00 WIB dengan kemiringan sudut 32 derajat
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2019)

Pada siang hari jam 12.00 WIB, posisi panel solar tracking berada pada kemiringan sudut 90 derajat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Sistem solar tracking dual axis pada jam 12.00 WIB dengan kemiringan sudut 90 derajat
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2019)

Pada sore hari jam 16.00 WIB, posisi panel solar tracking berada pada kemiringan sudut 149 derajat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Sistem solar tracking dual axis pada jam 16.00 WIB dengan kemiringan sudut 149 derajat
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2019)

Pembahasan Keluruhan Sistem

Dari seluruh pengujian sistem yang dirancang dan diimplementasikan dengan tujuan untuk mengetahui hasil keluaran dari panel surya yang menggunakan sistem *solar tracking dual axis*. Berikut hasil rata-rata pengujian sistem *solar tracking dual axis* selama 1 minggu dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Hasil Rata-Rata Pengujian Sistem Solar Tracking Dual Axis Selama 1 Minggu.

NO	Jam	Sudut horizontal (derajat)	Sudut Vertikal (derajat)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Daya (watt)
1	08.00	34	32	13.26	1.39	18.59
2	08.30	34	38	13.30	1.49	20.13
3	09.00	34	46	13.16	1.51	20.16
4	09.30	34	52	13.39	1.95	26.38
5	10.00	34	61	13.47	2.09	28.41
6	10.30	34	69	13.37	1.69	22.79
7	11.00	34	74	13.13	1.44	18.82
8	11.30	34	85	13.61	2.46	33.67
9	12.00	34	90	13.49	2.08	28.23
10	12.30	34	97	13.54	1.99	27.03
11	13.00	34	106	13.49	1.38	18.58
12	13.30	34	111	13.60	1.78	24.26
13	14.00	34	121	13.33	1.95	26.23
14	14.30	34	128	13.06	1.18	15.63
15	15.00	34	133	13.14	0.82	11.20
16	15.30	34	142	13.07	0.84	11.10
17	16.00	34	149	13.11	0.92	12.32
Rata-rata				13.32	1.59	21.38

(Sumber : Data Pribadi, 2019)

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai arus, tegangan dan daya maksimum yang dihasilkan oleh panel surya dengan menggunakan system solar tracking dual axis sebesar 33.67 watt dengan tegangan maksimum sebesar 13.61 volt dan arus maksimum sebesar 2.46 ampere pada jam 11.30 WIB dengan sudut kemiringan sebesar 85 derajat. Sedangkan nilai arus, tegangan dan daya minimum yang dihasilkan oleh panel surya dengan menggunakan system solar tracking dual axis sebesar 11.10 watt dengan tegangan maksimum sebesar 13.06 volt dan arus maksimum sebesar 0.82 ampere pada jam 15.00 WIB dengan sudut kemiringan sebesar 133 derajat.

Sedangkan hasil keluaran panel surya tanpa menggunakan system solar tracking dual axis dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Hasil Rata-Rata Pengujian Sistem Solar Tracking Dual Axis Selama 1 Minggu.

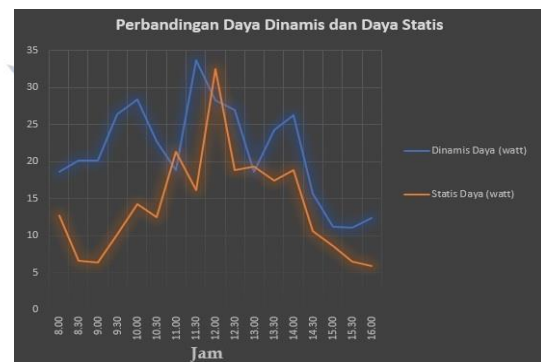
NO	Jam	Sudut	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Daya (watt)
1	08.00	90	13.26	1.39	18.59
2	08.30	90	13.30	1.49	20.13
3	09.00	90	13.16	1.51	20.16
4	09.30	90	13.39	1.95	26.38
5	10.00	90	13.47	2.09	28.41
6	10.30	90	13.37	1.69	22.79
7	11.00	90	13.13	1.44	18.82
8	11.30	90	13.61	2.46	33.67
9	12.00	90	13.49	2.08	28.23
10	12.30	90	13.54	1.99	27.03
11	13.00	90	13.49	1.38	18.58
12	13.30	90	13.60	1.78	24.26
13	14.00	90	13.33	1.95	26.23
14	14.30	90	13.06	1.18	15.63
15	15.00	90	13.14	0.82	11.20
16	15.30	90	13.07	0.84	11.10

Lanjutan Tabel 2

17	16.00	90	13.11	0.92	12.32
Rata-rata			13.32	1.59	21.38

(Sumber : Data Pribadi, 2019)

Dari Tabel 1 dan Tabel 2 dapat diambil grafik perbandingan antara nilai daya (watt) yang dihasilkan panel surya dengan system tracking dual axis (Dinamis) dan panel surya tanpa system tracking dual axis (Statis) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10. diketahui bahwa keadaan dinamis dapat menghasilkan daya yang lebih besar dari keadaan statis. Berikut gambar grafik perbandingan daya keadaan statis dan dinamis.



Gambar 10. Sistem solar tracking dual axis pada jam 16.00 WIB dengan kemiringan sudut 149 derajat
(Sumber : Data Pribadi, 2019)

Dari Gambar 10 dapat diketahui bahwa daya yang dihasilkan oleh panel yang menggunakan system tracking dual axis cenderung lebih besar di bandingkan dengan daya yang dihasilkan panel surya tanpa menggunakan system tracking dual axis. Hal ini disebabkan kan panel surya yang menggunakan system tracking dual axis lebih cenderung mendapatkan intensitas cahaya yang lebih besar dan lebih konstan dibandingkan dengan panel surya tanpa menggunakan system tracking dual axis.

Dari Tabel 1 pengujian tracking diatas dapat ditentukan perhitungan lama pengisian *battrey* dan lama pemakaian dengan beban yang ditentukan. Berikut tabel pengujian beban.

Tabel 3 Hasil Pengujian Pemakaian Beban

No	Beban (watt)	Arus/jam (ampere)	Kapasitas awal battteray (%)	Kapasitas akhir battteray (%)	Lama nyala beban (jam)
1	25	0.53	80	20	17
2	50	1.56	80	20	12
3	50+25	1.91	80	20	5.5
4	50+25+25	2.27	80	20	4

(Sumber : Data Pribadi, 2019)

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa banyak jumlah beban maka semakin besar arus (ampere) dan daya (watt) yang mengalir dan semakin cepat masa pemakaian accu.

Berikut hasil pengujian lama pengisian *battery* dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini

Tabel 4 Hasil Pengujian Lama Pengisian *Battery*

No	Baterai awal (%)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Lama pengisian (Jam)
1	0	13.80	2.86	
2	20	13.80	2.86	1.2
3	30	13.80	2.86	1.2
4	60	13.80	2.65	2.6
5	90	13.80	2.86	4.3
6	100	13.80	2.80	1.2
Total lama pengisian				10.5

(Sumber : Data Pribadi, 2019)

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa waktu pengisian baterai dengan presentase 30% ke 90% membutuhkan waktu 8.1 jam dengan tegangan pengisian sebesar 13.80 volt dan arus sebesar 2,80 ampere per jam. Pengisian *battery* dimulai dari pukul 08:00-16:00 WIB hingga *battery* dapat terisi hingga 90% atau 40.5 Ah dan lama pengisian baterai dengan presentase 0% sampai 100% membutuhkan waktu sekitar 10,5 jam

PENUTUP

Kesimpulan

Pada penelitian ini perancangan dan implementasi system instalasi solar tracking dual axis sebagai optimasi panel surya dengan menggunakan sensor LDR sebagai pelacak sinar matahari yang dipasang di setiap sudut panel surya telah berhasil dirancang dan di implementasikan dan hasil desain dan bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

Setelah sistem hasil rancangan diimplementasikan maka diperoleh hasil dengan daya rata-rata sebesar 21,38 watt dari sebelumnya tanpa system tracking sebesar 14,62 watt. Berdasarkan data yang telah didapat dari hasil pengujian serta dilakukan perbandingan dengan melakukan perhitungan dan juga menggunakan alat ukur, didapatkan adanya perubahan nilai dari tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh panel surya. Hal ini dikarenakan adanya perubahan suhu dan intensitas cahaya yang diterima. Namun, nilai terbaik dari daya yang dihasilkan oleh panel surya didapatkan sekitar pukul 11.30 dengan menghasilkan daya sebesar 33,67 watt.

Waktu pengisian baterai dengan presentase 30% ke 90% membutuhkan waktu 8.1 jam dengan tegangan pengisian sebesar 13.80 volt dan arus sebesar 2,80 ampere per jam

Saran

Pemilihan motor DC yang akan digunakan sangat menentukan kecepatan dan kekuatan system dalam menggerakkan dan menahan berat beban dari panel surya

Pemilihan bahan yang digunakan dalam pembuatan system tracking, mengingat berat bahan yang digunakan dan berat beban panel surya mempengaruhi kecepatan dan kekuatan motor dalam menahan dan menggerakkan system.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Julisman, Ira Devi Sara, Ramdhan Halid Siregar. 2017. "*Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomatis Atap Stadion Bola*". Vol 2(1): hal.35-42.
- Budi Yuwono. 2005. "*Optimalisasi Panel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C51*". Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Eflita Yohana, Darmanto. 2012. "*Uji Eksperimental Pengaruh sudut kemiringan Modul Surya 50 Watt Peak Dengan Posisi Mengikuti Arah Matahari*". MEKANIKA. Vol. 11(1): hal. 26-30
- Pratama Johansah E, Harianto., Madha Chistian W. 2014. "*Rancang Bangun Sistem Pembayaran Mandiri Pada Wahana Permainan*". JCONES. Vol 3(1). Hal 70-77.
- Roni Syafrialdi, Wildian. 2015. "*Rancang Bangun Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 Dengan Sensor LDR Dan Penampilan LCD*". Jurnal Fisika Unand. Vol 4(2). hal. 113-122.
- Valdi Rizki Yandri. 2012. "*Prospek Pengembangan Energi Surya Untuk Kebutuhan Listrik Indonesia*". Jurnal Ilmu Fisika. Vol 4(1). hal. 14-19.
- Zulhendri Kamus, Ridho Pratama. "*Aplikasi Light Dependent Resistor Untuk Pengembangan Sistem Pengukuran Durasi Harian Penyinaran Matahari*". Padang: Univesitas Negeri Padang. hal 1-5