

Pengukuran Sudut Rancangan Penggerak Tempat Solar Cell Berbasis Motor Servo Menggunakan Sensor MMA8451 Dan Busur Derajat (*Angle Measurement of The Design of The Servo Motor-Based Solar Cell Drive Using MMA8451 Sensor And Protactor*)

Muhammad Rafly¹, Endang Iriawan², Bernadus Herdi Sirenden³, dan Elda Rayhana⁴

¹Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Informasi
Institut Sains dan Teknologi Nasional Jakarta

²Pusat Penelitian Fisika – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Kawasan PUSPIPTEK, Cisauk, Tangerang 15314

e-mail: halorafly@gmail.com, Iriawan64@gmail.com, elray@istn.ac.id

Abstrak

Solar cell merupakan energi listrik baru potensial dikembangkan di negara kita namun pengoptimalannya saat ini kurang maksimal salah satunya karena pemasangan yang secara statis. Dalam penelitian ini, digunakan motor servo sebagai penggerak tempat solar cell berdasarkan sudut matahari, mikrokontroler ESP32 sebagai otak pengendali, serta sensor accelerometer GY-45 MMA8451 dan Busur derajat sebagai pengukur sudut dari tempat solar cell. Dari hasil pengukuran, didapatkan nilai sudut motor servo dengan busur derajat tidak sama, ada selisih angka dari 5° hingga 20° sedangkan nilai sudut dari GY- 45 MMA8451 naik turun dan berubah-ubah. Dari hasil penelitian, perlu dilakukan kalibrasi antara kode di arduino dengan sudut yang sebenarnya dan sensor GY-45 MMA8451 secara umum sangat sensitif serta rentan terhadap getaran.

Kata Kunci: Motor servo, Busur derajat, Sensor accelerometer GY-45 MMA8451

Abstract

Solar cell is a potential new electrical energy developed in our country, but the current optimization is not optimal, one of which is due to static installation. In this study, a servo motor was used to drive the solar cell based on the angle of the sun, the ESP32 microcontroller as the control brain, and the GY-45 MMA8451 accelerometer sensor and the protractor as the angle meter of the solar cell holder. From the measurement results, it is found that the angle value of the servo motor with a protractor is not the same, there is a difference in numbers from 5° to 20°, while the angle value of the GY-45 MMA8451 fluctuates and varies. From the research results, it is necessary to calibrate the code on the Arduino with the actual angle and the GY-45 MMA8451 sensor is generally very sensitive and susceptible to vibration.

Keywords: Servo motor, Protractor, accelerometer sensor GY-45 MMA8451

1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan dasar dalam kehidupan manusia, baik itu untuk menjalankan tugas pekerjaan, belajar, maupun sekedar hiburan. Masyarakat Indonesia, terutama masyarakat perkotaan, sudah sangat bergantung pada energi listrik untuk menjalankan kehidupan sehari-hari.

Sumber energi listrik baru yang

potensial untuk dikembangkan di negara kita ini adalah Photovoltaic atau sering disebut Sel Surya, karena letak geografis dari negara kita ini yaitu di daerah tropis yang keberadaan sumber energi matahari adalah sangat melimpah.[1]

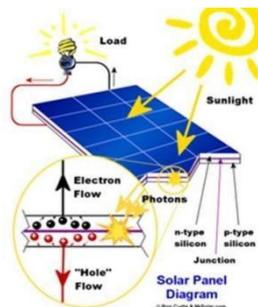
Umumnya pengoptimalan output Photovoltaic atau sel surya saat ini kurang maksimal, karena dari segi faktor alam seperti cuaca adanya pengaruh rotasi bumi

yang mengakibatkan terjadinya siang dan malam, gerak semu harian matahari dari timur ke barat serta pemasangan secara statis atau tetap sehingga sinar matahari yang diterima kurang maksimal. Hal ini karena saat matahari terbit, posisi panel surya tidak tegak lurus terhadap sinar matahari. Panel surya perlu digerakkan mengikuti pergerakan matahari untuk mendapatkan sinar matahari yang optimal.

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penggerak motor servo berdasarkan sudut matahari. Dalam hal ini nantinya tempat solar cell akan dapat bergerak sesuai dengan pergerakan cahaya matahari secara tegak lurus dan dapat mengoptimalkan energi yang diserap oleh solar cell.

2. Dasar Teori

Solar cell atau panel surya adalah alat untuk mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. Photovoltaic adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. PV biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya (dapat dilihat pada gambar 2.) terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan sel surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek fotovoltaiik. Solar cell mulai populer akhir-akhir ini, selain mulai menipisnya cadangan energi fosil dan isu global warming. Energi yang dihasilkan juga sangat murah karena sumber energi (matahari) bisa didapatkan secara gratis.[2] Solar cell dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Solar Cell



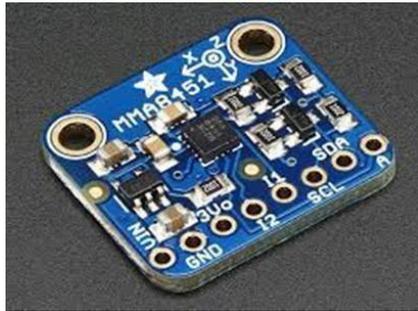
Gambar 2. Modul Solar Cell

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.[3] Pada penelitian ini jenis servo yang digunakan adalah micro servo SG90.



Gambar 3. Micro Servo SG90

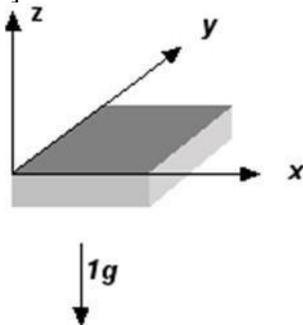
MMA8451 adalah akselerometer kecil miniatur dari Freescale, yang (pada titik ini) ahli dalam desain akselerometer. Dapat digunakan untuk mendeteksi gerakan, kemiringan, dan orientasi dasar dengan akselerometer digital dan MMA8451 sangat bagus untuk memulai. Biayanya rendah, tetapi presisi tinggi dengan ADC 14-bit. Memiliki penggunaan yang luas, dari + -2g hingga + -8g namun mudah digunakan dengan Arduino atau mikrokontroler lainnya.[4]



Gambar 4. Sensor accelerometer GY-45 MMA8451

Akselerometer mengukur percepatan. Yakni percepatan akibat gerakan dan juga percepatan akibat gravitasi. Akselerometer sering digunakan untuk menghitung sudut kemiringan. Akselerometer hanya dapat melakukan ini dengan andal ketika mereka statis dan tidak bergerak. Untuk mendapatkan sudut kemiringan yang akurat mereka sering digabungkan dengan satu atau lebih gyro dan kombinasi data digunakan untuk menghitung sudut.[5]

Akselerometer mengukur percepatan. Untuk benda statis yaitu percepatan gravitasi (1g). Perhatikan juga, bahwa keluaran dari akselerometer tidak linier tetapi merupakan gelombang sinus, jadi tidak dapat mengambil keluaran langsung sebagai representasi proporsional dari sudut kemiringan berdasarkan gravitasi.[5]



Gambar 5. Tiga sumbu accelerometer

Oleh karena itu, untuk pengukuran kemiringan yang akurat pada bidang x dan y, kita memerlukan akselerometer 3 sumbu. Kita bisa menggunakan rumus untuk menghitung sudut menggunakan x dan z untuk sumbu x dan menggunakan y dan z untuk sumbu y. Namun kami dapat meningkatkan lebih jauh dengan menggunakan ketiga keluaran untuk

menghitung setiap sudut. Ini dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:[6]

$$\theta = \arctan \left(\frac{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}}{A_z} \right)$$

Posisi matahari berubah setiap saat karena rotasi bumi. Bumi berotasi sebesar 360° dari timur menuju barat pada garis bujur dengan periode rotasi 23 jam 56 menit 4,09 detik (~24 jam). Dari data tersebut dapat diambil suatu tetapan dalam satuan waktu bahwa setiap 1° bujur ditempuh dalam waktu 10:3600 x (24x60) = 4 Menit. Dari perhitungan dengan rumus di atas maka dapat diketahui bahwa setiap bumi berotasi atau mengitari matahari dengan sudut sebesar 15° bujur, yang akan ditempuh dalam waktu selama 60 menit (1 jam).[7]

Tabel 1. Pergeseran sudut matahari

No.	JAM	Sudut matahari
1	06:00	50
2	07:00	200
3	08:00	350
4	09:00	500
5	10:00	650
6	11:00	800
7	12:00	950
8	13:00	1100
9	14:00	1250
10	15:00	1400
11	16:00	1550

3. Metodologi

Penelitian ini dimaksudkan untuk memastikan apakah gerak motor servo sudah sesuai dengan pergerakan matahari menggunakan busur derajat dan sensor accelerometer GY-45 MMA8451 berdasarkan data hasil eksperimen. Data hasil eksperimen yang diperoleh berupa nilai pergerakan motor servo, nilai pengukuran busur derajat dan nilai keluaran sensor accelerometer. Data tersebut kemudian dikaji dan dihitung untuk memperoleh bukti apakah gerak

motor servo sudah sesuai dengan pergerakan matahari atau belum.

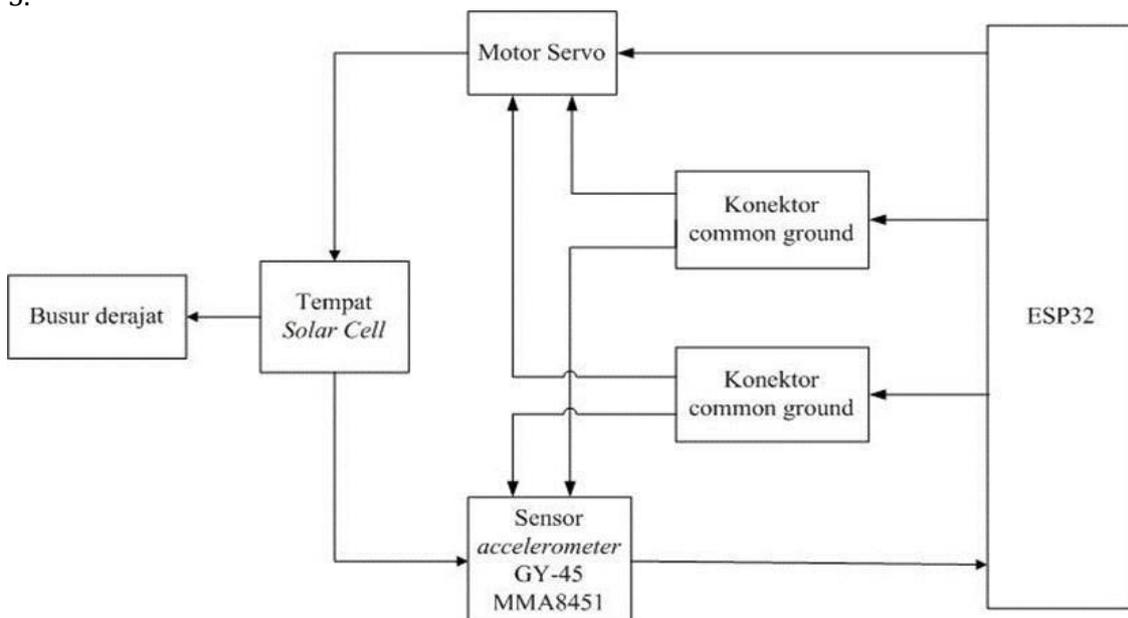
Adapun alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- a. Mikrokontroler ESP32
- b. Software Arduino IDE
- c. Software Hercules
- d. Sensor GY-45 MMA8451
- e. Busur derajat
- f. Micro servo SG90
- g. Kabel jumper
- h. Konektor common ground (2 buah)
- i. Kabel USB
- j. Pipa PVC berukuran 1,5 inci (1 buah)

Skema dibawah ini menjelaskan bahwa sistem kontrol pergerakan tempat solar cell berbasis motor servo sebagai pengatur agar pergerakan sudut solar sell selalu mengikuti arah cahaya matahari, sehingga dapat memaksimalkan cahaya yang

diperoleh untuk diubah oleh solar sell menjadi energi listrik. Cara kerja sistem adalah sebagai berikut:

1. ESP32 memberikan nilai sudut yang diterjemahkan oleh library menjadi PWM yang diberikan ke motor servo untuk menggerakkan batang penyangga tempat solar cell berdasarkan pergerakan matahari.
2. Sensor accelerometer GY-45 MMA8451 dipasang di batang penyangga tempat solar cell untuk melihat nilai pergerakan dari sudutnya.
3. Melakukan pengukuran menggunakan busur derajat terhadap pergerakan batang penyangga tempat solar cell.
4. ESP32 membaca nilai gerak motor servo dan sensor accelerometer GY-45MMA8451 lalu memberikan inputan ke laptop.



Gambar 6. Diagram Blok Sistem

4. Hasil dan Pembahasan

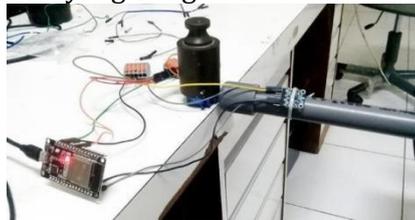
Sebelum perancangan alat dan bahan, peneliti membuat hotspot terlebih dahulu di mikrokontroler ESP32, tujuannya agar bisa melakukan pengambilan data di software hercules yang nantinya berfungsi sebagai client dan memaksimalkan fitur daripada ESP32. Selanjutnya percobaan menggunakan software client dan mengirimkan data, percobaan bekerja dengan baik client dapat tersambung oleh

hotspot ESP32 dan menerima data. Selanjutnya percobaan menggerakkan motor servo dengan kode arduino yang didapat dari referensi dan sudah dimodifikasi sesuai sudut pergerakan matahari, percobaan bekerja dengan baik dan motor servo bergerak sesuai yang diinginkan. Selanjutnya percobaan memasukkan kode arduino kedalam sensor accelerometer GY-45 MMA8451, percobaan bekerja dengan baik saat

DOI:

accelerometer digerakkan dapat terbaca di serial monitor sesuai yang diinginkan.

Setelah percobaan sudah selesai dan semua kode arduino dapat bekerja dengan baik dilakukan penggabungan kode dan perakitan alat dan bahan lalu dilakukan pengujian, pengujian berjalan dengan baik dan sesuai yang diinginkan.



Gambar 7. Rancangan alat dan bahan

yang digunakan

Berikut ini adalah hasil pengambilan data rancangan alat berdasarkan pergerakan matahari pada tempat solar cell.

Tabel 2. Pencatatan data yang dihasilkan

Putaran	Motor servo	Busur derajat	Sensor accelerometer GY-45 MMA8451		
	Sudut	Sudut	x (m/s ²)	y (m/s ²)	z (m/s ²)
1	50°	45°	6,74	1,43	6,85
	65°	60°	-6,93	1,18	6,69
	80°	75°	-4,59	1,48	8,52
	95°	85°	-2,03	1,63	9,45
	110°	100°	0,72	1,71	9,58
	125°	110°	3,16	1,7	9,08
	140°	120°	5,17	1,54	8,07
	2	50°	45°	6,73	1,42
65°		60°	-6,44	1,48	6,74
80°		75°	-6,01	1,45	8,49
95°		85°	-5,2	1,72	9,43
110°		100°	-6,72	1	9,59
125°		110°	3,17	1,67	9,08
3	50°	45°	6,75	1,43	6,72
	65°	60°	-6,97	1,17	6,69
	80°	75°	-4,59	1,41	8,48
	95°	85°	-2,05	1,62	9,47
	110°	100°	0,73	1,67	9,6
	125°	110°	3,11	1,72	9,03
4	50°	45°	6,41	1,28	6,83
	65°	60°	-7,26	1,41	6,73
	80°	75°	-7,33	1,79	8,61
	95°	85°	-6,18	1,53	9,67
	110°	100°	-6,04	1,83	9,76
	125°	110°	3,16	1,72	9,1
5	50°	45°	6,71	1,45	6,8
	65°	60°	-6,97	1,2	6,73
	80°	75°	-4,57	1,45	8,53
	95°	85°	-1,99	1,63	9,49
	50°	45°	6,6	1,06	6,85
	65°	60°	-6,93	1,2	6,69
6	80°	75°	-7,81	1,52	8,45
	95°	85°	-2,01	1,69	9,5
	110°	100°	0,79	1,69	9,63
	125°	110°	3,17	1,71	9,05
	140°	120°	5,18	1,55	8,06
	7	50°	45°	6,72	1,43
65°		60°	-6,96	1,19	6,77
80°		75°	-4,58	1,48	8,47
95°		85°	-1,98	1,63	9,45
110°		100°	0,68	1,75	9,6
125°		110°	3,16	1,69	9,12
8	140°	120°	5,05	1,63	8
	50°	45°	6,94	1,27	6,86
	65°	60°	-8,43	1,33	6,74
	80°	75°	-8,71	1,81	8,64
	95°	85°	-2,02	1,6	9,47
	110°	100°	0,8	1,71	9,63
9	125°	110°	3,23	1,67	9,12
	140°	120°	5,17	1,55	8,04
	50°	45°	6,72	1,43	6,79
	65°	60°	-6,93	1,2	6,69
	80°	75°	-4,56	1,45	8,51
	95°	85°	-1,98	1,62	9,47
10	110°	100°	0,81	1,79	9,64
	125°	110°	2,54	1,47	8,92
	140°	120°	4,89	1,73	7,99
	50°	45°	6,46	1,43	6,85
	65°	60°	-7,5	0,83	6,99
	80°	75°	-10,07	2,49	8,71
10	95°	85°	-1,97	1,66	9,47
	110°	100°	0,78	1,71	9,61
	125°	110°	3,22	1,7	9,06

Dari data pengujian yang dihasilkan diatas selanjutnya dilakukan penghitungan dan pengolahan data, karena GY-45 MMA8451 merupakan sensor accelerometer yang mengukur akselerasi

dimana x, y, dan z adalah nilai percepatan. Untuk mendapatkan nilai sudut kemiringan yang lebih akurat perhitungan menggunakan ketiga sumbu dengan menggunakan rumus:

$$\theta = \arctan \left(\frac{\sqrt{A_X^2 + A_Y^2}}{A_Z} \right)$$

Tabel 3. Data yang sudah dihitung dan diolah

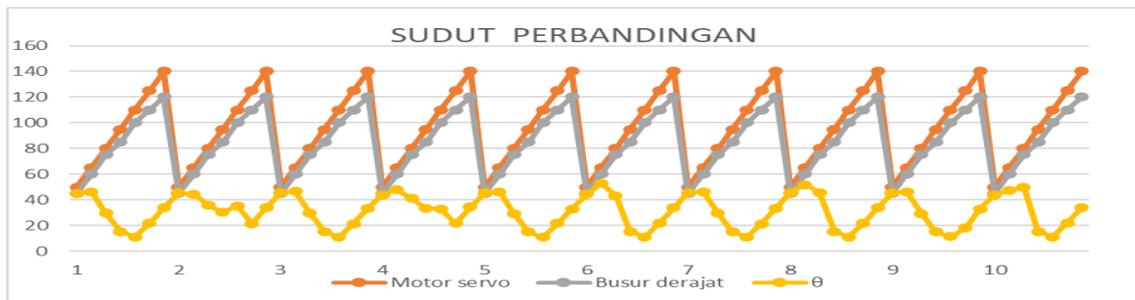
Putaran	Motor Servo	Busur Derajat	GY-45 MMA8451
	Sudut	Sudut	θ
1	50°	45°	45,17
	65°	60°	46,42
	80°	75°	29,51
	95°	85°	15,40
	110°	100°	10,96
	125°	110°	21,56
	140°	120°	33,76
	2	50°	45°
65°		60°	44,43
80°		75°	36,06
95°		85°	30,15
110°		100°	35,32
125°		110°	21,53
140°		120°	33,75
3		50°	45°
	65°	60°	46,57
	80°	75°	29,52
	95°	85°	15,42
	110°	100°	10,75
	125°	110°	21,48
	140°	120°	33,60
	4	50°	45°
65°		60°	47,70
80°		75°	41,23
95°		85°	33,36
110°		100°	32,89
125°		110°	21,57
140°		120°	34,34
5		50°	45°
	65°	60°	46,42
	80°	75°	29,34
	95°	85°	15,17
	110°	100°	10,93
	125°	110°	21,68
	140°	120°	33,03
	6	50°	45°
65°		60°	52,84
80°		75°	43,28
95°		85°	15,45
110°		100°	10,96

7	125°	110°	21,70
	140°	120°	33,80
	50°	45°	45,68
	65°	60°	46,21
	80°	75°	29,61
	95°	85°	15,18
	110°	100°	11,07
	125°	110°	21,45
8	140°	120°	33,56
	50°	45°	45,80
	65°	60°	51,70
	80°	75°	45,84
	95°	85°	15,22
	110°	100°	11,09
	125°	110°	21,74
	140°	120°	33,87
9	50°	45°	45,34
	65°	60°	46,43
	80°	75°	29,35
	95°	85°	15,12
	110°	100°	11,52
	125°	110°	18,21
	140°	120°	32,99
	10	50°	45°
65°		60°	47,19
80°		75°	49,98
95°		85°	15,22
110°		100°	11,07
125°		110°	21,90
140°		120°	33,80

Pada Tabel 3. Menunjukkan hasil pengujian rancangan alat yang sudah dihitung dan diolah dengan pengujian sebanyak 10 kali putaran. Terlihat bahwa nilai pergerakan motor servo ketika dilihat dengan busur derajat tidak sama, ada selisih angka 5° pada sudut 50°, 65°, dan 80°, ada selisih angka 10° pada sudut 95° dan 110°, ada selisih angka 15° pada sudut 125°, dan ada selisih angka 20° pada sudut 140° dengan pengukuran busur derajat. Dari tabel diatas terlihat juga nilai sudut sensor GY-45 MMA8451 berubah-ubah. Cenderung menurun dari sudut 65° - 110° dan cenderung naik dari sudut 110° - 65°.

Perbedaan nilai yang terjadi bisa disebabkan karena beberapa faktor diantaranya belum melakukan kalibrasi antara kode di arduino dengan sudut yang sebenarnya, gerak torsi motor yang tertahan saat ingin bergerak, sensor accelerometer

Pengukuran Sudut Rancangan Penggerak Tempat Solar Cell Berbasis Motor Servo Menggunakan Sensor MMA 8451 dan Busur Derajat
 Muhammad Rafly, Endang Iriawan, Bernadus Herdi Sirenden dan Elda Rayhana - Sainstech Vol. 34 No. 1 (Maret 2024): 1 - 7
 DOI:
 GY-45 MMA8451 yang cukup sensitif, dan kesalahan peneliti saat membaca busur derajat.



Gambar 8. Grafik sudut dari motor servo, busur derajat, dan sensor accelerometer GY-45 MMA8451

5. Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat digunakan dalam pembuatan rancangan penggerak tempat solar cell menggunakan motor servo berdasarkan pergerakan matahari. Diketahui nilai sudut dari sensor accelerometer GY-45 MMA8451 tiap sudut pergerakan matahari berubah-ubah dan naik turun bisa disebabkan karena secara umum sensor ini sangat sensitif dan cukup rentan terhadap getaran. Diketahui keluaran sudut motor servo saat diukur dengan busur derajat tidak sama dan memiliki selisih beberapa derajat hal ini bisa disebabkan karena belum dilakukan kalibrasi antara kode di arduino dengan sudut yang sebenarnya dikarenakan waktu penelitian yang tidak cukup.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Fisika Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) atas semua bantuan dalam melaksanakan penelitian ini. Penulis juga berterima kasih kepada Endang Iriawan, Drs.M.Si. yang telah membimbing dalam penulisan ini.

Daftar Pustaka

H.Suryawinata, D. Purwanti, and S. Sunardiyo (2017), "Sistem Monitoring Pada Panel Surya Menggunakan Data Logger Berbasis Atmega 328 Dan Real Time Clock DS1307," J. Tek. Elektro, vol. 9, no. 1, pp. 30–36, 2017.

F.Ikhsan (2018), "Rancang Bangun Pembangkit Listrik DC Tenaga Surya

dengan Rentang Tegangan 2 – 12 Volt."

Hanafiyah and M. Ali (2013), "Pengertian Panel Surya," .

Lady Ada (2019), "Adafruit MMA8451 Accelerometer Breakout," adafruit Learn. Syst..

"Accelerometers." [Online]. Available: <http://husstechlabs.com/projects/atb1/us-ing-the-accelerometer/>

"Using the Accelerometer." [Online]. Available: <http://husstechlabs.com/projects/atb1/us-ing-the-accelerometer/>

M. N. Qomaruddin, M. Khairi, and Sulistiyanto (2019), "REAL TIME CLOCK SEBAGAI TRACKING SINAR MATAHARI PADA SOLAR CELL BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK LAMPU TAMAN Moch," vol. 9, no. 2, pp. 27–32, 2019.