

Perbandingan Efisiensi Konversi Energi Panel Surya Tipe *Polycrystalline* dan Panel Surya Tipe *Monocrystalline* Berbasis Arduino di Kota Pangkalpinang

M. Yonggi Puriza¹, Welly Yandi², Asmar³
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung^{1,2,3}
*myonggipuriza@ubb.ac.id

ABSTRACT

This research contains complete evidences and experiments regarding decision making for the use of monocrystalline and polycrystalline solar panels, especially in the city of Pangkalpinang, Bangka Belitung Islands Province. Data collection between the two type solar panels compared was carried out for 30 days (23 September 2020 - 22 October 2020) through various weather conditions. The purpose of this research is to see and analyze the selection of suitable solar panels (monocrystalline or polycrystalline, 250 Wp each with the same brand) for the city of Pangkalpinang in order to increase the energy supply more precisely and efficiently. The use of Arduino to retrieve data on solar panels is intended so that the data obtained will be more accurate and well mapped when compared to when the data is taken manually. The test results shows that monocrystalline solar panels are better than polycrystalline in energy generating by difference of 4.9%.

Keywords : Efficiency, Energy, Monocrystalline, Polycrystalline, Pangkalpinang.

INTISARI

Dalam penelitian ini terkandung unsur pembuktian dan eksperimen yang lengkap mengenai pengambilan keputusan pemakaian panel surya tipe *monocrystalline* dan *polycrystalline* khususnya di kota Pangkalpinang, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Pengambilan data antara kedua panel surya yang dibandingkan dilakukan selama 30 hari (23 September 2020 – 22 Oktober 2020) melalui berbagai macam cuaca. Tujuan dari penelitian ini adalah melihat dan menganalisa pemilihan tipe panel surya yang cocok (*monocrystalline* atau *polycrystalline*, masing – masing 250 Wp dengan merek yang sama) untuk kota Pangkalpinang agar dapat meningkatkan suplai energi yang lebih tepat dan efisien. Penggunaan arduino untuk mengambil data pada panel surya dimaksudkan agar data yang didapatkan nantinya bisa lebih akurat dan terpetakan dengan baik jika dibandingkan dengan apabila data diambil secara manual dengan cara dicatat. Hasil pengujian menyatakan bahwa panel surya jenis *monocrystalline* lebih baik dibandingkan *polycrystalline* dengan perbedaan energi yang dihasilkan sebesar 4.9%.

Kata kunci: Efisiensi, Energi, *Monocrystalline*, *Polycrystalline*, Pangkalpinang.

I. PENDAHULUAN

Kota Pangkalpinang merupakan sebuah kota yang berada pada garis katulistiwa dengan iklim tropis. Akan tetapi kota Pangkalpinang berada di daerah kepulauan sehingga suhu udara lebih terasa panas dari pada daerah tropis lainnya. Oleh sebab itu, pariwisata di kota Pangkalpinang menjadi terkenal selain dari kondisi alam dan suhunya, situs-situs sejarah banyak juga kita temui di Pangkalpinang.

Perkembangan pariwisata menuntut pula berkembangnya hotel serta beberapa fasilitas kota lainnya. Sehingga kota Pangkalpinang memerlukan

sumber daya yang besar baik itu sumber daya manusia ataupun sumber daya alamnya.

Salah satu sumber daya yang sangat dibutuhkan di kota Pangkalpinang adalah energi listrik. Untuk melakukan penambahan suplai energi listrik digunakanlah pembangkit energi terbarukan. Dengan digunakannya pembangkit energi terbarukan terutama solar panel, diharapkan agar pertumbuhan ekonomi Kota Pangkalpinang tidak terkendala dengan suplai energi listrik yang terbatas.

Penelitian ini pada prinsipnya membandingkan panel surya dua tipe *monocrystalline* dan *polycrystalline* khususnya di kota Pangkalpinang,

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Tujuan dari penelitian ini adalah melihat dan menganalisa pemilihan tipe panel surya yang cocok (*monocrystalline* atau *polycrystalline*) untuk kota Pangkalpinang agar dapat meningkatkan suplai energi yang lebih tepat dan efisien. Penggunaan arduino untuk mengambil data pada panel surya dimaksudkan agar data yang didapatkan nantinya bisa lebih akurat dan terpetakan dengan baik jika dibandingkan dengan apabila data diambil secara manual dengan cara dicatat.

II. LANDASAN TEORI

PV (*photovoltaic*) atau sel surya adalah suatu alat yang dapat mengkonversi / mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Jenis sel surya yang banyak beredar di pasaran adalah tipe *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*. Sel Surya Silikon *monocrystalline* (c-Si) biasanya dibuat menggunakan proses *Czochralski*. Lapisan ini cenderung mahal karena mereka dipotong silindringot (mirip bundar/lingkaran), ciri – ciri fisik solar cell ini adalah bentuknya yang segidelapan cenderung bulat dan warnanya yang agak gelap dan dapat mencapai efisiensi 17%. Sel surya ini diklaim lebih baik daripada *Polycrystalline* [1] yang (P-Si) biasanya dibuat tidak menggunakan proses *Czochralski* seperti *Monocrystalline* tetapi dihasilkan melalui proses metalurgi *grade silicone* dengan pemurnian kimia sehingga tidak memiliki *Ingot*. [2].

Terkait dengan penelitian ini, terlebih dahulu Tsabitul Khair dkk (2018) telah melakukan penelitian dengan judul “Uji Komparatif Lapangan Jangka Pendek Produksi Energi Solar *Photovoltaic* Jenis *Monocrystalline* Dan *Polycrystalline* Pada Iklim Tropis”. Penelitian ini membandingkan energi yang dihasilkan oleh PV *Monocrystalline* Dan PV *Polycrystalline* 20 Wp dengan memvariasikan sudut kemiringan PV tersebut sebesar 0^o, 15^o, 30^o, 45^o selama 7 hari di kota Pekanbaru Provinsi Riau dengan hasil yaitu PV *monocrystalline* lebih baik dibandingkan PV jenis *polycrystalline* dalam menghasilkan energi. [2].

Sedangkan Yulianta Siregar dkk (2015) melakukan penelitian dengan judul “Daya Output Optimal Pada Jenis Solar Cell *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*” membandingkan daya yang dihasilkan oleh PV *Monocrystalline* dan PV *Polycrystalline* dengan menggunakan 2 jenis solar cell 100 Wp yaitu *Monocrystalline* dan *Polycrystalline* dan

di lakukan di gedung Departement Teknik Elekltro, Universitas Sumatera Utara, pada bulan Oktober 2015. Jenis *Monocrystalline* menggunakan sudut kemiringan solar cell 0^o - 60^o, sementara jenis *Polycrystalline* menggunakan reflektor (Cermin) dengan sudut reflektor 50^o, 60^o dan 70^o. Hasil daya output optimal yang di peroleh untuk *Monocrystalline* adalah sebesar 100 Watt, pada Jam 12.00 WIB dengan sudut kemiringan solar cell 10^o dan berada pada posisi sudut azimuth matahari, sedangkan unfuk *Polycrystalline* daya output optimal sebesar 100 Watt , pada jam 12.00 WIB dengan sudut kemiringan reflektor 60^o dan sudut kemiringan solar cell 10^o. [3]

Penelitian lainnya oleh Denny Suryana dkk (2016) yang meneliti tentang kaitan antara suhu/temperatur pada sel surya dengan tegangan yang diproduksi oleh sel surya tersebut dan menyimpulkan bahwa Akibat kenaikan temperatur, maka Tegangan listrik yang diproduksi oleh panel surya menjadi berkurang. Untuk kondisi Surabaya, terjadi pengurangan tegangan listrik sebesar 0.22V/^oC jika menggunakan panel surya jenis *monocrystalline*. [4]

Penelitian selanjutnya oleh M. Barkah Salim dkk (2019) melakukan analisis jenis panel surya *monocrystalline* 150 watt. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis besar arus dan tegangan yang dihasilkan panel surya pada beberapa keadaan langit yaitu mendung, cerah berawan, cerah. Metode penelitian yang dilakukan adalah eksperimen. Dari data yang sudah didapatkan bahwa energi yang dihasilkan oleh panel surya pada saat mendung berkisar 0,6-0,8 ampere, saat cerah berawan 0,9-1,9 ampere, dan saat cerah 2,0-3,2 ampere. Besar energi listrik yang mampu dihasilkan sebesar 8%. Akan tetapi apabila keadaan cerah bisa menghasilkan dua kali lipatnya. [5]

Sedangkan penelitian lain yang terkait energi listrik matahari yang dihasilkan oleh panel surya di pulau Bangka Belitung terbatas sekali, tercatat hanya 3 artikel yaitu *Solar Energy Potential in Bangka Belitung Islands, Indonesia , Utilization Photovoltaic for Electrical Energy Needs in Kelapan Island, Indonesia* dan *Suitability Analysis for Solar Photovoltaic Development in East Belitung Regency*. [6][7][8]

Seiring dengan berkembangnya dan makin diminatinya pemakaian solar cell di kota Pangkalpinang, maka dibutuhkan studi komparasi kedua jenis panel surya untuk menentukan mana yang

lebih baik dipakai baik dari segi suhu, energi, tegangan, arus dan daya yang dihasilkan dan meningkatkan nilai efisiensi listrik yang terbangkitkan sehingga dalam penelitian ini akan terkandung unsur pembuktian dan eksperimen yang lengkap mengenai pengambilan keputusan pemakaian panel surya tipe *monocrystalline* dan *polycrystalline* khususnya di kota Pangkalpinang ini.

III. METODE PENELITIAN

Panel surya tipe *polycrystalline* dan *monocrystalline* dilakukan pengecekan kapasitas Wp yang dimiliki agar ketika dilakukan pengambilan data perbandingan mendapatkan data yang akurat. Pemasangan kedua panel surya dilakukan di lokasi yang sama agar sinar matahari yang diterima oleh kedua panel surya juga sama. Pengecekan keluaran konversi energi listrik dari panel surya dilakukan secara manual agar ketika pengambilan data didapatkan data yang akurat sesuai kapasitas panel surya.

Hasil pengukuran yang akan dijadikan data penelitian dimonitor dengan sebuah alat yang terdiri dari beberapa komponen yang dihubungkan dan diprogram sehingga dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Komponen utama yang digunakan pada alat tersebut adalah arduino jenis UNO R3. Selain itu ada beberapa sensor yang digunakan diantaranya adalah sensor tegangan dan arus. Sensor-sensor yang digunakan akan melakukan monitoring data keluaran panel surya dan mengirimkan data tersebut menuju arduino untuk diproses menjadi sebuah data yang lebih terstruktur dan mudah dipahami yaitu dalam bentuk data microsoft excel. Data yang telah diperoleh dalam bentuk excel akan dibandingkan sehingga didapatkan kurva perbandingan agar mudah menarik kesimpulan tipe panel surya yang manakah yang sesuai digunakan di kota Pangkalpinang.



Gambar 1. Panel surya 250 Wp yang digunakan dengan merk dan pabrikasi yang sama



Gambar 2. Arduino, sensor, alat ukur dan kontroler yang digunakan



Gambar 3. Baterai, beban dan kontroler



Gambar 4. Proses perakitan alat

Data yang diambil adalah data berupa tegangan dan arus berdasarkan waktu. Untuk mendapatkan daya dari data yang diperoleh maka digunakanlah rumus perhitungan daya sederhana yang bisa diperoleh dari perkalian tegangan dan arus.

$$P = V \times I \quad (1)$$

Sementara energi diperoleh dari perkalian tegangan dan arus berdasarkan waktu dan energi total dihitung dalam waktu 1 jam atau 1 hari.

$$W = V \times I \times t \quad (2)$$

atau

$$W = P \times t \quad (3)$$

$$W_{Total} = \sum W \quad (4)$$

dimana :

- P = Daya
- V = Tegangan
- I = Arus
- W = Energi
- W_{total} = Total Energi

Data tersebut akan menunjukkan secara rinci panel surya yang memiliki kemampuan cocok untuk digunakan dan diaplikasikan sebagai alternatif pembangkit energi terbarukan khususnya di kota Pangkalpinang

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil data diambil selama 30 hari sejak tanggal 23 September 2020 sampai dengan tanggal 22 Oktober 2020 selama 12 jam setiap harinya mulai dari pukul 06.00 WIB sampai pukul 18.00 WIB dengan cuaca dan intensitas matahari yang bervariasi. Arduino akan mencatat data dan diatur merekam data secara kontinu setiap 1 menit sekali sehingga setiap hari akan menghasilkan sebanyak 1442 data untuk masing-masing arus dan tegangannya dari kedua jenis panel surya 250 Wp ini.

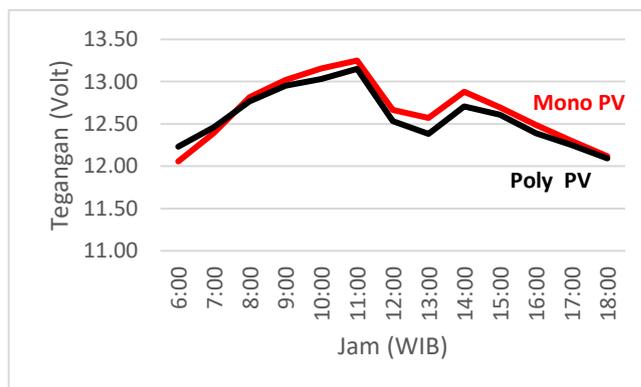
Dari data mentah tersebut diperoleh data tegangan, arus, daya dan energi rata-rata serta total energi selama 12 jam perhari selama 30 hari pengambilan data dari masing-masing jenis panel surya untuk dibandingkan.

Tabel 1. Nilai Rata - Rata Pengukuran Panel Surya *Monocrystalline*

Jam	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Daya (watt)	Energi (Wh)
6:00	12,06	0,34	4,12	0,00
7:00	12,39	0,85	10,65	6,81
8:00	12,82	2,37	31,15	21,00
9:00	13,02	3,68	49,26	40,73
10:00	13,16	4,17	55,74	52,71
11:00	13,25	5,47	74,30	62,38
12:00	12,66	4,50	59,34	68,12
13:00	12,57	4,48	58,73	59,92
14:00	12,88	3,36	44,03	53,56
15:00	12,70	2,47	31,70	36,89
16:00	12,49	1,29	16,13	23,21
17:00	12,30	0,27	3,30	8,38
18:00	12,12	0,03	0,36	1,23

Tabel 2. Nilai Rata - Rata Pengukuran Panel Surya *Polycrystalline*

Jam	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Daya (watt)	Energi (Wh)
6:00	12,23	0,30	3,73	0,00
7:00	12,46	1,26	15,84	9,29
8:00	12,77	2,03	26,53	21,69
9:00	12,95	3,50	46,62	37,40
10:00	13,03	4,00	53,18	49,16
11:00	13,15	5,39	72,73	59,65
12:00	12,53	4,02	52,59	65,76
13:00	12,38	4,25	54,79	57,07
14:00	12,71	3,18	41,17	50,23
15:00	12,61	2,10	26,97	33,32
16:00	12,39	1,21	15,11	21,12
17:00	12,25	0,29	3,51	7,62
18:00	12,09	0,01	0,17	1,32

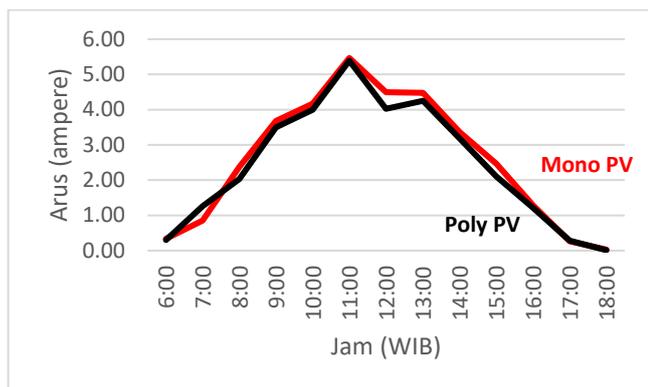


Gambar 5. Kurva rata-rata 30 hari perbandingan tegangan panel surya selama 12 jam pengukuran

Dari Gambar 5 terlihat bahwa tegangan terendah dari kedua panel surya terjadi pada pukul 06.00 dan

18.00 dimana intensitas sinar matahari sudah jauh berkurang dan tegangan tertinggi dicapai sekitar pukul 11.00 sampai pukul 12.00 dimana intensitas sinar matahari sangat tinggi pada jam tersebut.

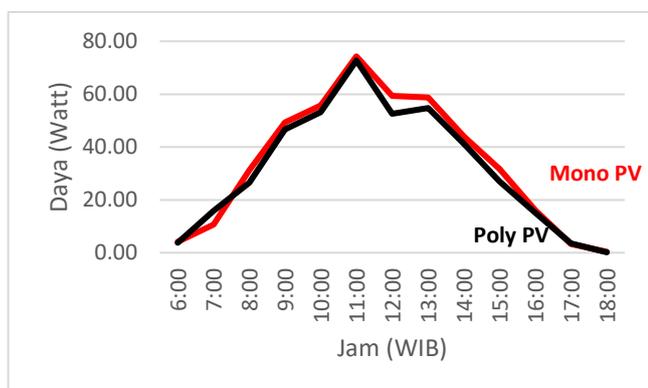
Dapat disimpulkan juga dari gambar 5 bahwa tegangan terbaik rata-rata dicapai oleh panel surya *monocrystalline* dibandingkan panel surya jenis *polycrystalline*.



Gambar 6. Kurva rata-rata 30 hari perbandingan arus panel surya selama 12 jam pengukuran

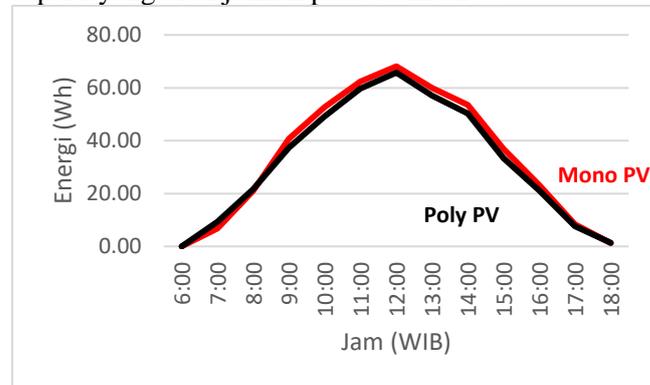
Dari Gambar 6 terlihat bahwa bentuk kurva seperti parabola yang menghadap ke bawah dimana arus tertinggi rata-rata kedua panel dicapai sekitar pukul 11.00 dan arus terendah rata-rata kedua panel didapat sekitar pukul 06.00 pagi dan pukul 18.00 sore hari, hal ini juga tentu terjadi karena intensitas sinar matahari yang maksimal pada siang hari dan minimal pada pagi dan sore hari.

Panel surya *monocrystalline* juga lebih baik jika dilihat dari jenis data ini dibandingkan panel surya *polycrystalline*.



Gambar 7. Kurva rata-rata 30 hari perbandingan daya panel surya selama 12 jam pengukuran

Daya rata-rata per jam juga lebih baik panel surya jenis *monocrystalline* walaupun tidak signifikan karena data daya didapatkan dari perkalian arus dan tegangan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

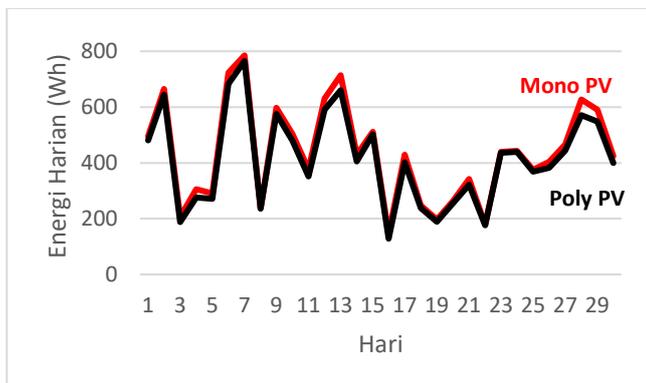


Gambar 8. Kurva rata-rata 30 hari perbandingan energi panel surya selama 12 jam pengukuran

Kurva energi rata-rata yang dihasilkan oleh kedua jenis panel surya dapat dilihat pada gambar 8 diatas, dimana panel surya jenis *monocrystalline* menghasilkan energi 4.9% lebih tinggi dibandingkan panel surya jenis *polycrystalline*. Nilai tersebut tidak besar tetapi membuktikan bahwa panel surya jenis *monocrystalline* tetap lebih baik dibandingkan *polycrystalline*.

Tabel 3. Total Energi yang Dihasilkan oleh Kedua Panel Surya Selama 30 Hari

Hari ke	Total Energi monocrystalline PV	Total Energi polycrystalline PV	Hari ke	Total Energi monocrystalline PV	Total Energi polycrystalline PV
1	496,12	481,27	16	145,04	128,38
2	664,53	644,57	17	429,55	401,39
3	205,87	187,63	18	247,83	238,45
4	306,12	275,49	19	197,23	188,86
5	290,30	271,43	20	263,50	255,78
6	722,95	682,81	21	342,67	321,33
7	785,32	764,91	22	179,11	176,14
8	237,31	235,96	23	440,00	436,46
9	597,88	575,22	24	443,19	439,04
10	503,75	480,11	25	375,56	368,39
11	376,09	351,64	26	404,29	382,64
12	631,07	591,01	27	466,46	443,98
13	713,63	660,36	28	627,23	571,39
14	429,36	404,73	29	590,08	547,93
15	511,90	502,10	30	424,27	399,20



Tabel 9. Kurva perbandingan total energi yang dihasilkan oleh kedua panel surya selama 30 hari

Dari kurva Gambar 9 terlihat bahwa energi harian yang dihasilkan fluktuatif, hal ini terjadi karena cuaca pengambilan data 30 hari terhitung sejak tanggal 23 September 2020 sampai dengan tanggal 22 Oktober 2020 berbeda – beda, terkadang hujan dan terkadang cerah dan tentu saja mempengaruhi intensitas cahaya matahari yang diterima oleh masing-masing panel surya.

V. KESIMPULAN

Pengambilan data selama 30 hari sejak tanggal 23 September 2020 sampai dengan tanggal 22 oktober 2020 selama 12 jam yang dimulai dari pukul 06.00 wib sampai pukul 18.00 wib dengan cuaca yang berbeda-beda di Kota Pangkalpinang Provinsi Kepulauan Bangka Belitung menghasilkan kesimpulan bahwa panel surya jenis *monocrystalline* menghasilkan energi 4.9% lebih tinggi dibandingkan panel surya jenis *polycrystalline* dengan daya *peak* panel surya yang sama (250 Wp) dan merek yang sama pula (Solana).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada KEMENRISTEK/BRIN yang telah mendanai penelitian ini melalui skema PDP/Dosen Pemula.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Universitas Bangka Belitung yang telah membantu dalam publikasi artikel penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Swami, R. 2012. Solar Cell. International Journal of Scientific and Research Publications. 2(7): 1-5.
- [2] T. Khair, R. Iswandi, Hasyim. 2018. Uji Komparatif Lapangan Jangka Pendek Produksi Energi Solar Photovoltaic Jenis *Monocrystalline* dan *Polycrystalline* Pada Iklim Tropis. Jom FTEKNIK. 5(Januari s/d Juni): 1-5.
- [3] Y. Siregar, dkk. 2015. Daya Output Optimal Pada Jenis Solar Cell Monocrystalline dan Polycrystalline. Jurnal Teknika Untirta. 11(2): 65-79.
- [4] D. Suryana, M., M. Ali. 2016. Pengaruh Temperatur / Suhu Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Studi kasus: Baristand Industri Surabaya). Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri. 2(1): 49-52
- [5] M. B. Salim, N. Rajabiah. 2019. Analisis Kemampuan Panel Surya Monokristalin 150 Watt Pada Arus dan Pengisian Yang Dihasilkan. JIPFRI. 3(1): 29-35
- [6] Y. Tiandho, I. Dinata, W. Sunanda , R. F. Gusa and D. Novitasari 2019 *Solar energy potential in Bangka Belitung islands, Indonesia* (IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. vol 257) pp 1-7
- [7] I. Pansuri, W. Sunanda and R. F. Gusa 2019 *Utilization Photovoltaic for Electrical Energy Needs in Kelapan Island, Indonesia* (IOP Conf. Ser: Materials Science and Engineering, Vol 830) pp 1-4
- [8] S. Z. Muwafiq. 2019. *Suitability Analysis for Solar Photovoltaic Development in East Belitung Regency* (IOP Conf Ser: Earth and Environmental Science, Vol 248)