Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Offgrid Untuk Rumah Tinggal Di Kota Banjarbaru

Renaldy Rahman¹
Prodi teknik elektro, Universitas Islam Kalimantan MAB Banjarmasin renaldyrahman08@gmail.com

Abstrak - Lebih dari 50 % kebutuhan energi yang ada saat ini menggunakan energi bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batubara. Namun persediaan energi tersebut semakin berkurang. Jika tidak ditangani, kemungkinan akan terjadi krisis energi. Inovasi energi alternatif dari sumber terbarukan sangatlah diperlukan, untuk memenuhi kebutuhan energi salah satunya penggunaan PLTS untuk keberlangsungan generasi masa depan. Dikawasan kota berpotensi besar dikembangkannya **PLTS** Offgrid yang diaplikasikan pada atap bangunan. Dalam hal ini yang dibahas adalah analisis perencanaan PLTS untuk rumah tinggal tipe 45 di Kota Offgrid berdekatan Banjarbaru yang dengan khatulistiwa sehingga mendapat sinar matahari melimpah. Metode penelitian menggunakan metode analisis kuantitatif, dengan menggunakan teknik pengumpulan data literatur dan pengukuran yang selanjutnya diperhitungkan dengan rumus. Dengan total kebutuhan daya perharinya sebesar 8.108 W. Panel surya yang digunakan tipe Monocrystalline 300 Wp sebanyak 8 buah. Jumlah hari otonomi selama 3 hari, maka diperoleh biaya investasi awal sebesar Rp. 139.862.500 dan biaya pemeliharaan tahunan selama periode 25 tahun sebesar Rp. 13.986.250. Hal tersebut sangat membantu masyarakat mengetahui perencanaan PLTS dari segi kebutuhan komponen, luas area panel surya, dan nominal biaya yang diperlukan serta renewable energy.

Kata Kunci : PLTS, renewable energy, Monocrystalline, Solar Cell

I. PENDAHULUAN

Energi Listrik merupakan salah satu sumber kebutuhan dasar manusia yang harus terpenuhi untuk mendorong aktivitas kehidupan manusia, yaitu dapat digunakan

pencahayaan, fasilitas sebagai umum, keperluan rumah tangga, dan keperluan industri. Revolusi industri 4.0 memaksa segala aspek kehidupan untuk berubah khususnya perubahan penggunaan renewable energy. Lebih dari 50 % kebutuhan energi yang ada saat ini ditopang oleh energi bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batubara dan gas alam. Kondisi persediaan energi yang ada saat ini sudah mulai berkurang. Jika tak segera kemungkinan tak terhindarkan ditangani. adanya krisis energi. Untuk itu inovasi tentang energi alternatif, terutama dari sumber daya yang tak terbatas sangatlah diperlukan, untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat di masa yang akan datang. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah inovasi pemanfaatan sel surya. Sel surya adalah perangkat yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan mengikuti prinsip photovoltaic. Selain itu, PT PLN (Persero) melakukan transformasi yang disebut "Power Beyond Generations" yaitu PLN mulai mengurangi pemakaian bahan bakar fosil dengan mulai menggunakan green energy seperti PLTS dan pembangkit listrik hybrid sebagai pembangkit masa depan yang makin murah dan upaya menghadirkan energi ramah lingkungan untuk melindungi generasi masa depan.

e - ISSN: 2615 - 2169

p - ISSN: 2654 - 4296

Dikawasan kota memiliki potensi besar untuk dikembangkan PLTS yang dapat diaplikasikan pada atap bangunan. Sitem PLTS dapat dilakukan dengan sistem offgrid, dimana sistem PLTS offgrid yaitu PLTS yang berdiri sendiri tanpa terhubung dengan jaringan listrik lain seperti PLN dan memproduksi daya listrik harian secara mandiri yang keunggulannya mudah jika ingin diintegrasikan dengan sistem kelistrikan yang

sudah ada atau ingin menghasilkan listrik secara mandiri (offgrid) dan dapat memanfaatkan lahan yang ada yaitu atap sehingga dapat mengurangi biaya investasi lahan serta letak Kota Banjarabaru berdekatan dengan garis khatulistiwa sehingga mendapat sinar matahari melimpah.

Penelitian dengan judul Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Offgrid* untuk rumah tinggal tipe 45 di daerah Kota Banjarbaru dilakukan untuk membantu masyarakat mengetahui perencanaan dalam pembangunan PLTS Offgrid untuk rumah tinggal tipe 45 dari segi kebutuhan komponen, luas area panel surya, dan nominal biaya yang diperlukan serta renewable energy.

II. Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan metode analisis kuantitatif, dengan menggunakan teknik pengumpulan data literatur dan pengukuran yang selanjutnya diperhitungkan dengan rumus.

Data primer, melalui Studi Literatur Pengumpulan data utama yang berupa spesifikasi dan referensi harga komponen peralatan PLTS, potensi energi matahari dan iklim serta Pengukuran langsung kebutuhan daya rumah tipe 45. Data sekunder, didapat dari hasil analisis dan perumusan data yang dikumpulkan didapat dari jurnal dan penelitian orang lain.

III. Hasil dan Pembahasan

1. Data Potensi Energi Surya dan Iklim

Data potensi energi surya dan iklim pada wilayah Kota Banjarbaru sepanjang tahun 2019 dari bulan Januari 2019 sampai dengan Desember 2019 diperoleh dari data iklim yang dikeluarkan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kelas1 Banjarbaru sesuai dengan tabel 1 di bawah ini: [1]

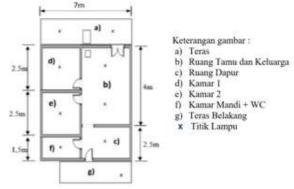
Tabel 1, Data Potensi Energi Surya dan Iklim Kabupaten Kota Banjarbaru Tahun 2019

					77
Tahun		Daily Solar	Temperatur	Temperatur	Kecepatan
	Bulan	Radiation	Minimum	Maksimum	Angin
		[kWh/m²/hari]	[°C]	[°C]	[m/s]
2019	Januari	3,30	23,86	31,21	3,74
	Februari	4,87	23,89	32,14	4,29
	Maret	4,18	24,20	31,63	4,58
	April	4,94	24,55	32,27	3,80
	Mei	6,82	24,46	33,47	3,87
	Juni	4,73	23,63	31,49	3,43
	Juli	7,14	22,39	32,68	4,03
	Agustus	8,29	22,32	33,98	4,77
	September	7,85	22,63	35,37	4,57
	Oktober	6,40	23,74	35,38	4,52
	November	6,15	24	34,48	4,33
	Desember	4,38	24,39	32,40	3,94
Minimum		3,30	22,32	31,21	3,29
Median	ı	4,87	-	-	-
Maksimum		8,29	24,55	35,38	4,77
Rata-rata		5,75	23,67	33,04	3,99

Perencanaan sistem PLTS menggunakan nilai tengah potensi energi harian matahari selama periode tahun 2019 sebesar 4,87 kWh/m2/hari dengan tujuannya agar saat insolasi harian matahari berada pada nilai tidak terlalu tinggi, temperatur udara harian menggunakan nilai rata-rata maksimum sebesar 33,4 °C agar temperatur berada pada nilai tertinggi.

2. Kebutuhan Daya Rumah Tipe 45

Kebutuhan daya di dapat dari pengukuran daya peralatan elektronik dilakukan dengan mengambil sampling salah satu rumah tipe 45 yang terletak di Kota Banjarbaru.



Gambar 2; Denah Rumah Tipe 45

Luas rumah tipe 45 seluas 45,5 m2 dengan luas masing-masing atap rumah sebesar 22,75 m2. Pengukuran kebutuhan energi menggunakan Wattmeter dengan

mengukur daya peralatan elektronik dan lampu yang ada di rumah tipe 45 dimana jumlah titik lampu berdasarkan luas ruangan [2] kemudian dikalikan dengan jam terpasang atau jam penggunaan dari setiap peralatan elektronik yang ada di rumah tipe 45 dengan dengan hasil pengukuran berikut:

Tabel 2 Kebutuhan Daya Rumah Tipe 45

Peratalan Keterangan		Watt Pengukuran	Jam Terpasang [hour]	Volume	Total Daya [W]
77 11	0 .				
Kulkas	Operasi	69,5	3	1 Unit	475
	Sleep Mode	12,7	21		
Pompa Air		247,2	2	1 Unit	494
Blender		155	0,25	1 Unit	39
Mesin Cuci	2 x Pencuci	334,2	0,5	1 Unit	200
	2x Pengering	192,2	0,17	1	
Ricecom	Penanak	269,3	0,5	1 Unit	140
	Pemanas	0,7	8	1	
Televisi 40in		58,5	4	1 Unit	234
Kipas Angin		37,5	7	1 Unit	263
Charger HP		20,4	2	3 Buah	122
Laptop		47,7	2	1 Unit	95
Lampu LED	KM 1 (1 titik)	18	12	9 titik	1.992
	KM2 (1 titik)	18	12	1	
	Toilet (1 titik)	18	12	1	
	Dapur (2 titik)	23	12	1	
	Teras depan (1 titik)	10	12	1	
	Teras Belakang(1titik)	10	12	1	
	R. Tamu (2 titk)	23	12	1	
	4.054				

Pada perhitungan ini kebutuhan daya dikali 2 agar dapat mengantisipasi hari tanpa sinar matahari selama 1 hari. Sehingga total konsumsi daya menjadi 4.054 x 2= 8.108 Watt.

3. Analisis Aspek Teknik dan Komponen a. Perhitungan PV Area

Temperatur maksimum untuk wilayah Kota Banjarbaru periode tahun 2019 adalah sebesar 33,4°C. Ada peningkatan suhu panel surya sebesar 8,4°C dari temperatur standar pada panel surya sebesar 25°C. Kenaikan temperatur udara 1°C pada panel surya berakibat pada daya yang dihasilkan panel surya berkurang sebesar 0,5 %. Selanjutnya dapat diperhitungkan besar daya yang berkurang sesuai persamaan berikut : [4]

$$P_{mpp} = 300 \text{ W} \quad \Delta t = 8,4 \text{ °C}$$

 $P_{8,4} \, ^{\circ}_{C} = 0,5\% \text{ per °C} \times P_{mpp} \times \Delta t$ (1)
 $= 0,5 \, \% \times 300 \text{ W} \times 8,4 \, ^{\circ}\text{C}$
 $= 12,6 \text{ W}$

P°_C = Daya pada saat naik dari suhu standar

P_{mpp}= Daya keluaran maksimal dari panel surya

Δt= Kenaikan suhu

Penentuan daya keluaran maksimum panel surya pada saat temperatur panel surya naik menjadi 33,4°C, yang diperhitungkan dengan persamaan berikut:

PMPP =
$$300 \text{ W P } 8.4^{\circ}\text{C} = 12.6 \text{ W}$$

Pmpp $33.4^{\circ}\text{C} = \text{PMPP - P^{\circ}C}$
= $300 \text{ W} - 12.6 \text{ W} = 287.4 \text{ W}$

Penentuan nilai faktor koreksi tempertur/TCF (*Temperature Correction Factor*), diperhitungkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$TCF = \frac{P_{mpp t} \text{ oC}}{P_{MPP}}$$

$$= \frac{287.4 \text{ W}}{300 \text{ W}} = 0.958$$
(3)

Selanjutnya dapat menentukan luas PV Area, diperhitungkan dengan persamaan berikut :

Eb = 8.108 Watt = 8.1 kWh

Gsr = 4,87 kWh/m2/hari

TCF = 0,958

 $\Pi PV = 18 \%$

Πef = 95 % (diambil dari rata-rata efisiensi komponen)

PV Area =
$$\frac{E_b}{G_{sr} \times TCF \times_{\eta} PV \times \eta ef}$$

= $\frac{8,1}{4,87 \times 0,958 \times 0,18 \times 0,95}$
= $\frac{8,1}{0,797} = 10,16 \text{ m2}$ (4)

 E_b = Energi yang dibangkitkan [kWh/hari] PV Area = Luas permukaan panel surya [m2]

 G_{sr} = Intensitas matahari harian [kW/m2/hari

 G_{sr} = Intensitas matahari harian [kW/m2/hari]

TCF= Temperature coefficient factor [%]

ηPV= Efisiensi panel surya [%]

∏ef= Efisiensi keluaran [%] asumsi 0,9

b. Perhitungan Wattpeak

Besar daya yang dibangkitkan oleh PLTS, diperhitungkan dengan persamaan berikut : [4]

PV area =10,16; PSI = 1000;
$$\Pi$$
PV = 18 %
Pwp = PV area × PSI × Π PV = 9,7 × 1000 × 0,18 = 1.746 Wattpeak,
dibulatkan menjadi 2000 W (5)

P_{wp} = Daya yang dibangkitkan panel PSI = Peak solar insolation adalah 1.000 W/m²

_nPV = Efisiensi panel surya [%]

Dari total kebutuhan harian sebesar 8.108 Watt per hari/24 jam dengan daya yang dibangkitkan oleh panel surya sebesar 2000 W.

c. Perhitungan Jumlah Panel Surya

Panel surya yang digunakan tipe monocrystalline 300 Wp dengan besar daya dibangkitkan 2.000 Watt, Perhitungan jumlah panel surya diperhitungkan persamaan berikut : [4]

$$PMPP = 300 W$$

Jumlah panel surya =
$$\frac{P_{wp}}{P_{mpp}}$$
 [unit]
= $\frac{2.000}{300}$
= 6,66 = 7 Unit

Jumlah minimal panel surya adalah sebanyak 7 unit yang dihubungkan secara paralel 4 unit dan 2 unit dihubungkan seri maka total dari panel surya adalah sebanyak 8 buah. Panel surya yang digunakan tipe monocrystalline dengan Vmpp = 32,2 V, Impp = 9,31 A dan Pmpp = 300 Wp per panel surya dan Tegangan Solar Charge Controller antara 60-115 Vdc dengan arus maksimum 60A, yang diperhitungkan sebagai berikut:

Vmpp =
$$32.2 V \times 2 = 64.4 V$$

Impp = $9.31 A \times 4 = 37.24 A$]
Pmpp = $64.4 \times 37.24 = 2.398.25 W$,
dibulatkan = $2.500 W$

Panel surya memiliki spesifikasi Panjang x lebar yaitu 1,64 x 0,99 = 1,623 m2. Maka, luas PV area 8 buah panel surya adalah sebesar 1,623 x 8 = 12,98 m2. Luas atap rumah tipe 45 cukup untuk ditempati array tersebut yaitu 45,5 m2 dan menghasilkan 2 rangkaian seri dan 4 rangakaian paralel.

d. Perhitungan Kapasitas *Charge Controler*

Kapasitas *Charge Controler* dapat ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut : [5]

Demand watt = 2.500 W Safety Factor = 1,25 Sistem Voltage (Vmpp) = 64,4

Cscc =
$$\frac{D_W \times S_f}{V_{mpp}}$$

= $\frac{2.500 \times 1,25}{64,4}$
= 48.52 A

Cscc = Kapasitas dari charge controler Dw = Demand watt $S_f = safety factor (factor kemanan)$ ditentukan sebesar 1,25

Kapasitas charger ntroler yang dipasang dengan nilai minimal 48,52 A atau lebih. Besar daya maksimal dihasilkan panel surya yakni 2.500 watt dan besar arus keluaran 37,24 A. Sehingga Charge Controler yang digunakan pada PLTS adalah tipe MPPT dengankapasitas minimal sesuai perhitungan yang mendekati Charge Controler yang beredar di pasaran yaitu sebesar 60 A sebanyak 1 buah dengan voltase 60-115 V dan daya 3200 W.

e. Perhitungan Kapasitas Inverter

Kapasitas inverter diperhitungkan persamaan berikut : [5]

Demand watt = 2.500 W Safety Factor = 1,25

CIv =
$$D_w \times S_f$$
 [watt]
= $2.500 \times 1,25$
= 3.125 W (9)

Kapasitas inverter harus di atas atau mendekati 3.125 W. Sehingga kapasitas inverter yang digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sebesar 4000 W dengan input power 48 V dan Votage 220 Vac sebanyak 1 buah.

f. Perhitungan Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai ditentukan persamaan berikut : [6]

DN = 3 [7] D0D = 80 % = 0.8; $\Pi ef = 95 \%$

$$=0.95$$
; Eday = 8.108 ; Vs = 48

$$C = \frac{D_N x E_{day}}{V_s x D0D x \eta ef}$$

$$= \frac{3 \times 8.108}{48 \times 0.8 \times 0.95}$$

$$= \frac{24.324}{36.48}$$

$$= 666.77 \text{ Ah}$$
(10)

C = Kapasitas Baterai [Ampere-hour]

D_N = Jumlah hari otonomi [hari] ditentukan dengan 3 hari

 E_{day} = Konsumsi Energi harian [kWh]

 V_s = Tegangan baterai [*Volt*]

D0D = maksimum pengosongan baterai [%]

Kapasitas Baterai yang digunakan sesuai spesifikasi adalah sebesar 12 V – 200 Ah. Sehingga dapat ditentukan jumlah baterai yang diperlukan sebagai berikut : Jumlah baterai yang disusun

$$seri = \frac{48}{12} = 4 buah$$

Jumlah baterai yang disusun

paralel =
$$\frac{666,77}{200}$$
 = 3,333 (4 buah)

Total jumlah baterai yang dibutuhkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Offgrid untuk rumah tinggal tipe 45 adalah sebanyak $4 \times 4 = 16$ buah.

4. Analisis Biaya PLTS

a. Menentukan Biaya Komponen (Investasi Awal)

Biaya komponen didapat dari informasi harga dari PT. Wedosolar Indonesia. Biaya Komponen ini lah yang menjadi investasi awal dari PLTS sesuai tabel 7 di bawah ini [3]

Tabel 7 Harga Komponen PLTS PT. Wedosolar Indonesia

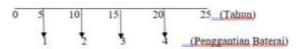
Komponen	Jumlah	Harga[Rp]	Total Harga [Rp]
Panel Surya CSUN 300-60M Monocrystalline	8	3.240.000	25.920.000
300 Wp ; 46 Vdc ; 60 A Solar Charge Controller MPPT Charger WD3-	1	4.750.000	4.750.000
SCC 48 V; 60 A; 3200 W Inverter PV3000 Series 48 V: 4000 W: 50 Hz:	1	22.946.000	22 946 000
220 V Pure Sine Wape	1		
Baterai VRLA Inpowers 12 V; 200 Ah	16	4.600.000	73.600.000
Kabel PV 2x2,5 mm	100	16.000	1.600.000
Kabel NYAF 6 mm	3	825.500	2.476.500
Kabel AC 3 core	100	38.000	3.800.000
Aksesoris (Skun,mur,klem, skrup, kabel ties, Mcb dll)	1	2.000.000	2.000.000
Panel Box	1	1.650.000	1.650.000
Rak Baterai	1	750.000	750.000
Socket Connector	20	18.500	370.000
		Total	139.862.500

Sumber: Informasi Harga PT Wedosolar Indonesia

Berdasarkan tabel di atas, maka biaya investasi awal Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Offgrid untuk rumah tinggal tipe 45 di Kota Banjarbaru adalah sebesar 1a = Rp. 139.862.500.

b. Perhitungan Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Biaya operasional PLTS dihitung berdasarkan masa pakai baterai dengan perhitungan sebagai berikut : [8]



Nb = 4 kali (penggantian baterai) harga baterai = 73.600.000 (4.600.000 x16) Biaya Operasional = Nb x biaya baterai = $4 \times 73.600.000$ = Rp. 294.400.000

Biaya pemeliharaan PLTS pertahun dihitung dengan persamaan sebagai berikut: Biaya Pemeliharaan

$$(A) = 1\% x (Ia)$$

$$= 0.01 x (139.862.500)$$

$$= Rp. 1.398.625$$
(12)

c. Perhitungan Biaya Siklus Hidup (LCC)

PLTS pada penelitian ini dapat beroperasi selama 25 tahun sesuai dengan masa pakai panel surya. Besar tingkat diskonto yang digunakan sebesar i=10,02 % yang dihitung dengan persamaan berikut berikut :

A = 1.398.625

n = 25 (masa penggunaan)

AW =
$$A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}\right]$$

= 1.398.625 $\left[\frac{(1+0,1)^{25} - 1}{0,1(1+0,1)^{25}}\right]$
= 1.398.625 x 10 = Rp. 13.986.250

LCC = Biaya Siklus Hidup

Ct = Biaya Investasi awal dan Biaya Operasional

A_W = Biaya nilai sekarang untuk total biaya pemeliharaan dan operasional selama n tahun umur proyek

Biaya tetap pemeliharaan selama periode 25 tahun sebesar Rp. 13.986.250, maka dapat ditentukan biaya siklus hidup (LCC) sebagai berikut:

Berdasarkan perhitungan di atas, maka didapat biaya siklus hidup (LCC) Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Offgrid sebesar Rp. 448.248.750.

d. Perhitungan Biaya Energi (Cost of Energy)

Perhitungan biaya energi sebagai berikut :

Faktor pemulihan modal (CRF) untuk mengkonversi semua arus kas biaya siklus hidup menjadi serangkaian biaya tahunan dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

CRF =
$$\frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$= \frac{0.1 (1+0.1)^{25}}{(1+0.1)^{25} - 1}$$

$$= \frac{1,0834}{9,834} = 0.11$$
(15)

Perhitungan kWh Produksi Tahunan yang dibangkitkan pertahun sesuai persamaan berikut:

kWh harian =
$$8,1$$

nKWH = kWh harian × 365 (1 tahun) (16)
= $8,1 \times 365 = 2.956$ kWh

Berdasarkan perhitungan LCC, CRF dan kWH Tahunan di atas, maka dapat ditentukan Biaya Energi (C0E), dengan perhitungan sebagai berikut :

COE
$$= \frac{LCC \times CRF}{nKWH}$$

$$= \frac{448.248.750 \times 0.11}{2.956}$$

$$= \frac{49.307.362}{2.956} = \text{Rp. } 16.680 \text{ /kWh}$$

Maka didapat biaya per kwh sebesar Rp. 16.680 /kWh. Sehingga pemakaian energi PLTS selama 1 hari rumah tipe 45 sebesar = 7,74 x 16.680 = Rp 135.108 dan selama satu bulan sebesar = 135.108 x 30 = Rp. 4.053.240.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan pengumpulan data dan perhitungan kebutuhan energi harian rumah tipe 45 sebesar 8.108 watt per hari dengan daya yang dibangkitkan sebesar 2.500 watt, dengan panel surya yang digunakan tipe *Monocrystalline* 300 Wp sebanyak 8 Unit, Solar Charge Controller MPPT 48 V dengan arus 60 A dan daya 3200 watt sebanyak 1 buah, Inverter 48 V (220Vac) dengan arus 60 A dan daya 4000 W sebanyak 1 buah, Baterai VRLA 12 V dengan daya 200 Ah sebanyak 16 buah dengan luas area array 8 buah panel

[8]

surya adalah sebesar $12,98~\text{m}^2$, luas penempatan panel surya dengan luas atap rumah tipe 45 cukup untuk ditempati panel surya tersebut dengan luas rumah tipe 45 yaitu sebesar $45,5~\text{m}^2$

Total Biaya yang dikeluarkan Rp. 448.248.750 dengan biaya energi per kWh sebesar Rp. 16.680 dan per bulan sebesar Rp. 4.053.240.

Dalam pemilihan komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) agar dapat memperhatikan harga masing-masing komponen dengan memilih harga yang lebih murah namun tetap memerhatikan kualitas, sehingga total biaya investasi dan biaya operasional penggantian baterai dapat lebih murah

V. Referensi

- [1] BMKG. 2020, Analisia Iklim dan Energi Matahari Kota Banjarbaru Tahun 2019, BMKG Kelas 1 Banjarbaru, Banjarbaru.
- [2] Faridha, Moethia dan Noor, M. 2018, "Analisis Perhitungan Pemakaian Energi Lampu LED Pada Rumah Tinggal Tipe 45 Selama Sebulan", Jurnal EEICT Vol 1, Banjarmasin: Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjari.
- [3] Wedosolar Indonesia. 2020, Informasi Harga Komponen PLTS, PT Wedosolar Indonesia, Jakarta.

- [4] Nafeh, A.E.A. 2009, "Design and Economic Analysis of a Stand-Alone PV System to Electrify a Remote Area Household in Egypt. The Open Renewable Energy Journal 2: 33-37, Cairo, Egypt: Electronics Research Institute.
- [5] Muzzammir, Md. Naim dan Foraji, Abdullah Al Masum. 2014, "An Economic Analysis of Solar PV System in Bangladesh", Departement of Electrical and Electronics Engineering, Bangladesh: Daffodil International University.
- [6] Lynn, PA. 2010, Electricity form Sunlight: An Introduction Photovoltaic, London: Jhon Wiley & Sons, Ltd, hal 163, 206-210.
- [7] Effendi, Muslimin Nur, Hidayat, Syarif dan Syamsudin, Zalmadi. 2017. "Perencanaan Penggunaan PLTS di Stasiun Kereta Api Cirebon Jawa Barat", Jurnal Energi & Kelistrikan Vol. 9 No 1, Jakarta Barat: Sekolah Tinggi Teknik-PLN
- [8] Al-Qutub, R.W.A. 2010, "Treatment of Surface Water by Autonomous Solar Powered Membrane Cells", Palestine: An-Najah National University.
- [9] BI. 2019, I.26 Suku Bunga Pinjaman Rupiah yang diberikan Menurut Kelompok Bank dan Jenis Pinjaman, Bank Indonesia, Jakarta.