

Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem Hybrid di PT. Koloni Timur

Noor Hajir¹, Muhamad Haddin², dan Agus Suprajitno³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung

^{1,2,3}Jl. Raya Kaligawe Km.4 Kota Semarang, Jawa Tengah 50112, Indonesia

e-mail : noorhajir22@std.unissula.ac.id¹, haddin@unissula.ac.id², suprajitno@unissula.ac.id³

ABSTRACT

This study discusses the Planning of a Rooftop Solar Power Plant with a Hybrid System at PT East Colony Kudus. The model is set as a PLTS whose solar panels are adjusted to the roof area of the building. This PLTS is functioned as a new renewable energy resource (EBT) in the form of a hybrid between PLTS and PLN's electrical energy source, this is done to help supply electricity. Parameters determined include: roof area, solar panel capacity, inverter capacity, battery capacity and payback period. The results show that PLTS with a total of 80 solar panels installed with a capacity of each panel 405 Watt peak, then obtained a power capacity of 32.4 kilo Watt peak which is divided into 5 arrays, with a solar charger controller and inverter using a 10kW capacity of 5 units, 80 batteries with a capacity of 400Ah. So that PLTS is able to contribute 39.3% of the total power needed by PT East Colony (electric power from PLN is 60.7%). This hybrid payback period will return after 8 years and 7 months.

Keywords: PLTS, Hybrid, PT East Colony

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem Hybrid di PT Koloni Timur Kudus Model ditetapkan sebagai sebuah PLTS yang panel suryanya disesuaikan dengan luas atap gedung. PLTS ini difungsikan sebagai sumber daya energi baru terbarukan (EBT) berupa hybrid antara PLTS dan sumber energi listrik PLN, hal ini dilakukan untuk membantu pasokan listrik. Parameter yang ditentukan antara lain: luas atap, kapasitas panel surya, kapasitas inverter, kapasitas Baterai serta payback period. Hasil menunjukkan bahwa PLTS yang dengan jumlah panel surya terpasang sebanyak 80 buah panel surya dengan kapasitas setiap panel sebesar 405 Wp, maka diperoleh kapasitas daya 32,4 kWp yang dibagi menjadi 5 array, dengan solar charger controller dan inverter menggunakan kapasitas 10kW sebanyak 5 buah, jumlah baterai 80 buah dengan kapasitas 400Ah. Sehingga PLTS mampu menyumbang 39,3% daya total yang dibutuhkan PT Koloni (daya listrik dari PLN sebesar 60,7%). Payback period hybrid ini akan kembali setelah 8 tahun 7 bulan.

Kata kunci: PLTS, *hybrid*, PT.Koloni Timur

I. PENDAHULUAN

Semakin bertambahnya tahun semakin bertambahnya pula konsumsi listrik, dikarenakan populasi manusia yang setiap tahunnya mengalami kenaikan. Hal ini menyebabkan eksploitasi batubara secara terus menerus yang membuat cadangan batubara akan terus menipis. Salah satu sektor yang mengkonsumsi listrik adalah sektor industri dimana industri di Indonesia setiap tahunnya mengalami kenaikan produksi maupun adanya perusahaan baru yang mendorong konsumsi listrik semakin banyak.

Salah satu industri yaitu PT Koloni Timur yang terletak di kabupaten Kudus. PT.Koloni Timur adalah industri yang memproduksi mebel, pasar dari industri ini banyak di luar negeri dimana setiap tahunnya mengalami kenaikan permintaan barang. Dalam proses produksi mebel terdapat alat-alat yang ketergantungan dengan energi listrik. Salah satu alat produksi yang ada di PT. Koloni Timur antara lain pemanggang kayu, Komputer, Geridra, CNC. Pemakaian energi listrik di PT Koloni Timur Kudus per bulan rata-rata 13-15 MWh dengan daya terpasang 82.5 kVA. Permasalahan yang terjadi adalah kenaikan biaya listrik di PT. Koloni Timur yang cukup tinggi, hal ini disebabkan karena

adanya peningkatan beban berupa bertambahnya konsumsi listrik. Meskipun di tengah pandemi permintaan ekspor dari bulan agustus sampai desember tahun 2020 mengalami kenaikan serta adanya mesin CNC yang harus bekerja stabil dikarenakan jika listrik padam di tengah jalan maka akan kalibrasi terlebih dahulu dan berdampak barang tidak bisa digunakan lagi dan kenaikan biaya listrik semakin meningkat.

Solusi terhadap permasalahan di PT.Koloni Timur adalah dilakukan efisiensi konsumsi energi listrik, mengganti perangkat yang mengkonsumsi lebih rendah dan pemanfaatan energi baru terbarukan(EBT). EBT yang dilakukan berupa pengadaan pembangkit listrik tenaga surya atap.

Kondisi PT. Koloni Timur dengan luas $2.636m^2$, salah satu energi baru terbarukan yang cocok di Indonesia dikarenakan letaknya berada di khatulistiwa dengan rerata pancaran sinar matahari sebesar 4,8 kWh/m/hari adalah penggunaan modul photovoltaik yang diletakkan di atap bangunan maka tidak perlu adanya pembebasan lahan maupun mempersiapkan lahan lagi. Desain PLTS ini dilakukan dengan cara mengkombinasikan (*Hybrid*) dengan listrik PLN.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini membahas tentang perencanaan pembangkit listrik tenaga surya hybrid di PT. Koloni Timur Kudus.

II. KAJIAN PUSTAKA

Meninjau dari penelitian-penelitian sebelumnya penelitian yang dilakukan Tarigan dan Kartikasari pada tahun 2017 dengan judul “Analisis Potensi Atap Bangunan Kampus Sebagai Lokasi Penempatan Panel Surya Sebagai Sumber Listrik” telah membahas tentang potensi atap bangunan kampus digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga surya, bangunan kampus yang mempunyai atap dengan luas total $12.280m^2$ dapat menghasilkan 2,03Mwh. Selain penelitian tersebut meninjau dari penelitian sigit sukrajati dan M hafid pada tahun 2015 dengan judul “Perancangan Dan Analisis Pembangkit listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 MW On Grid Di Yogyakarta” dengan luasan sebesar 6,4 hektar menggunakan modul surya dengan kapasitas 250 Wp yang berjumlah 4000PV dan inverter 100 buah dengan kapasitas inverter sebesar 100kW dapat menghasilkan daya sebesar 14237 kWh dan dapat menyelamatkan 6465 CO₂ yang seharusnya dipancarkan oleh pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar fosil. Meninjau dari penelitian yang dilakukan oleh Sinaga pada tahun 2019 dengan judul “Analisis Pembangkit Listrik Sistem Hybrid Grid Connected di Villa Peruna Saba, Gianyar – Bali” pembangkit yang dihasilkan dapat menekan kenaikan listrik dengan presentase PLTS sebesar 22,41% dan PLN 77,59% pada bulan April, sedangkan pada bulan Mei PLTS dapat berkontribusi sebesar 20,71 % dan PLN 79,29%. Yang terakhir penelitian yang dilakukan oleh Meheng, santoso dan tanoto dengan judul “Studi perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan menggunakan metode Hommer Di kecamatan Ngadu Ngala, Kabupaten Sumba Timur, Nusa Tenggara Timur” penelitian ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan listrik selama 10 tahun dengan rata-rata penyalaan selama 6 jam dengan menggunakan sistem hybrid PLTS dan PLTD, pembangkit PLTS mempunyai kapasitas sebesar 4kWp dan PLTD 26kWp memiliki biaya USD sebesar 0,36perkWp. Sedangkan untuk pola 24 jam PLTS sebesar 200kWp dan PLTD sebesar 72kW memiliki biaya USD sebesar 0,281 per kWp. Berdasarkan ide tersebut menimbulkan ide untuk membuat analisa perencanaan PLTS Atap dengan sistem hybrid, Penjelasan di atas melatar belakangi penulis untuk melakukan penelitian tugas akhir.

A. Photovoltaik

Modul Photovoltaik adalah kumpulan sel photovoltaik yang saling terhubung atau saling koneksi secara seri dalam sebuah tempat. Sel – sel tersebut dilapisi agar terhindar dari kontak langsung lingkungan maupun

benda-benda mekanik yang dapat merusak sel photovoltaik. Karena sel photovoltaik berupa sel sel tipis maka sel ini rentan akan terjadinya retak maka dari itu perlunya lapisan lapisan yang membuat sel ini kuat. Kinerja dari sel fotovolataik ini tergantung dari sinaran radiasi matahari yang di ubah menjadi listrik. Penentuan kapasitas sebagai berikut:

$$Luas Array = \frac{EL}{Gav \times \eta_{PV} \times \eta_{out} \times FKT} \quad (1)$$

dengan,

EL = Besar energi yang akan di bangkitkan (kWh/hari)

Gav = Intensitas Radiasi Matahari (kWh/m²/hari)

η_{PV} = Efisiensi panel surya (%)

η_{out} = Efisiensi keluaran sistem (%)

FKT = Faktor koreksi temperatur (%)

$Luas Array$ = Luas permukaan array surya (m²)

Menentukan besaran daya yang bisa dibangkitkan:

$$P wattpeak = Luas Array \times PSI \times \eta_{PV} \quad (2)$$

dengan,

$P wattpeak$ = Daya yang akan dibangkitkan PLTS (W)

$Luas Array$ = Luas permukaan panel surya (m²)

PSI = Peak solar insolation (1000 W/m²)

η_{PV} = Efisiensi panel surya (%)

dan mengetahui jumlah panel yang bisa terpasang

dengan persamaan (3):

$$jumlah Panel = \frac{P wattpeak}{P max} \quad (3)$$

dengan,

$P wattpeak$ = Daya yang akan dibangkitkan PLTS (W)

$P max$ = Kapasitas daya maksimal panel surya (W)

B. SCC (Solar charger Controller)

Charger controller memiliki fungsi untuk memastikan baterai agar tidak terjadi kelebihan pelepasan muatan (*over discharge*) atau kelebihan pengisian muatan (*over charger*) yang dapat menjadikan baterai tidak awet. Charger controller mampu menjaga tegangan atau arus keluar masuk bateraki sesuai kondisi baterai. Untuk menentukan Kapasitas solar charger controller menggunakan persamaan (4):

$$Capacity = \frac{Demand Watt \times Safety Factor}{System Voltage} \quad (4)$$

dengan:

$Demand Watt$ = Permintaan daya / daya output (W)

$Safety Factor$ = Faktor keamanan

$System Voltage$ =Tegangan pada sistem (V)

C. Inverter

Inverter adalah rangkaian elektronika yang berfungsi sebagai pengubah tegangan DC ke tegangan AC dengan menggunakan frekuensi tertentu. Inverter sendiri

kebalikan dari converter "adaptor" jika adaptor mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Pada penerapan PLTS sendiri juga harus diperhatikan dalam pemilihan inverter, adanya yang khusus off-grid, on-grid maupun hybrid. Pembagian inverter sendiri menurut fasanya ada dua yaitu inverter 1 fasa (L-N) dan 3 fasa (R-S-T). Menentukan kapasitas inverter dapat menggunakan persamaan (5):

$Capacity\ of\ inverter = Demand\ Watt \times Safety\ factor$ (5)
dengan,

$Demand\ Watt =$ Permintaan daya/daya output (W)

$Safety\ factor =$ Faktor keamanan

$Capacity\ of\ inverter =$ Kapasitas Inverter

D. Baterai

Baterai digunakan dalam sistem PLTS sebagai back up energi cadangan dimana jika panel photovoltaik mendapatkan sedikit energi dari matahari maka baterai lah yang akan menyuplai inverter sebagai pengganti energi dari panel photovoltaik. Baterai digunakan hanya dalam sistem *off-grid* dalam sistem PLTS tetapi sekarang baterai juga bisa digunakan dalam sistem *hybrid*. Persamaan (6) dapat mengetahui kapasitas baterai yang dibutuhkan:

$$C = \frac{Ah \times N}{Vs \times DoD \times \eta} \times EL \quad (6)$$

dengan,

C = Kapasitas yang dibutuhkan (Ah)

Ah = Kapasitas baterai (AH)

N = Jumlah hari otonomi

EL = Energi yang dibangkitkan (kWh)

Vs = Tegangan (V)

DoD = Depth of Discharge (%)

η = Efisiensi baterai x efisiensi inverter (%)

E. Payback Period

Payback Period adalah jumlah tahun yang digunakan untuk mengembalikan investasai awal. Investasi yang di rencanakan untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga surya akan kembali di waktu tertentu. Dengan persamaan (7) ini maka dapat menentukan tahun berapa invesatsi akan kembali:

$$PBX = \frac{Capital}{Process} \times 1\ tahun \quad (7)$$

dengan:

$Capital =$ Investasi Awal

$Process =$ nilai yang di dikeluarkan setelah investasi dilakukan

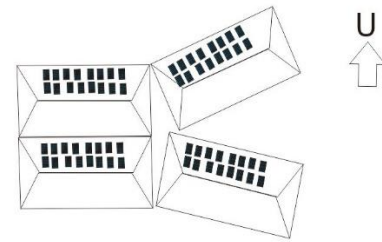
PBX = keperiode kembalinya invetasi (*payback Period*)

III. METODE PENELITIAN

Tahapan untuk penelitian dapat dilihat pada gambar diagram alir berikut:

1. Tentukan model

Menentukan letak panel berdasarkan letak lokasi dan garis khatulistiwa, di pulau jawa sudut kemiringan 10 derajat menghadap ke utara.

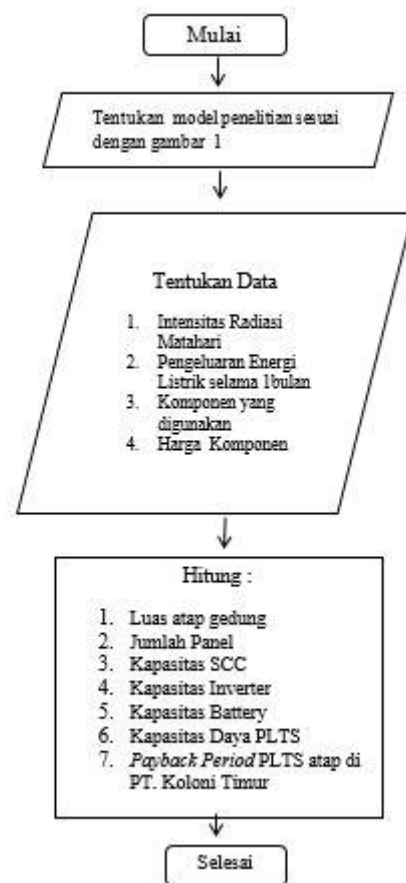


Gambar 1 Model penelitian

2. Parameter

Parameter yang ditentukan dalam penelitian kali ini antara lain kapasitas panel, kapasitas solar charger dan inverter, kapastat baterai dan payback period. Dalam menentukan parameter tersebut penelitian ini membutuhkan data penelitian, ada empat data intensitas radiasi matahari, pengeluaran energi listrik selama 1 bulan, komponen yang dibutuhkan dan harga barang.

Flowchart Algoritma:



Gambar 2 Flowchart Penelitian

Metode yang digunakan kali ini adalah dengan metode sekunder dimana data intensitas radiasi matahari diambil dari aplikasi RetScreen sedangkan untuk data konsumsi langsung ke perusahaan tersebut.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Jumlah Panel

Berdasarkan permen ESDM no 49 tahun 2018, kapasitas PLTS atap maksimum 100% dari daya kontrak

pelanggan. Daya yang terpasang di PT.Koloni Timur Kudus sendiri memiliki daya sebesar 82.5 kVA. Kapasitas yang akan di bangkitkan adalah sebesar 30 % dari pemakaian rata rata setiap harinya.

$$EL = 30 \% \times \text{Pemakaian rata - rata energi Listrik}$$

$$EL = 30 \% \times 433,14$$

$$EL = 129,942$$

Pengaruhnya suhu mempengaruhi keluaran dari setiap panel surya maka dari itu perlu mengetahui dengan melihat rata-rata intensitas matahari dengan mencari daya maksimal jika menggunakan panel dengan ukuran daya maksimal 405 Wp. Setiap kenaikan suhu pada panel surya 1°C (dari 25°C) mengalami penurunan daya sebesar 0,5%.

$$P \text{ saat } \Delta t = 0,5\% \times P_{Mpp} \times \text{Kenaikan suhu } (^{\circ}\text{C})$$

$$P \text{ saat } \Delta t = 0,5 \% \times 5,43 \times 405$$

$$= 0,02715 \times 405$$

$$= 10,99$$

Kenaikan suhu di kudus mempengaruhi keluaran dari panel surya, dengan mengetahui Δt maka dapat mengetahui keluaran maksimal ketika menggunakan panel surya dengan ukuran 405 Wp.

$$P \text{ max t} = 405 - 10,99$$

$$= 394,01$$

Faktor koreksi temperatue (FKT) sebgai berikut:

$$FKT = \frac{P \text{ max t} }{P \text{ max}}$$

$$= \frac{394,01}{405}$$

$$= 0,972\%$$

Luas array dalam penerpan panel surya di atap PT.Koloni Tiur Kudus dipengaruhi dari berbagai faktor dari efisiensi panel, efisiensi penunjang, faktor temperature intensitas cahaya dan energi yang akan di bangkitkan.

$$\begin{aligned} \text{Luas Array} &= \frac{EL}{Gav \times \eta_{PV} \times \eta_{out} \times FKT} \\ &= \frac{129,942}{4,38 \times 20,13\% \times 0,95 \times 0,972} \\ &= \frac{129,942}{0,814} \\ &= 159,63 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dengan di ketahuinya luas array sebesar 159,63 m² dan efisiensi panel sebesar 15,23%, maka dapat mengetahui daya maksimal yang bisa di bangkitkan dengan Peak sun Indonesia sebesar 1000 W/m². Dengan menggunakan persamaan (1) daya maksimal yang bisa di keluarkan dapat diketahui.

$$P \text{ wattpeak} = \text{Luas Array} \times PSI \times \eta_{PV}$$

$$= 159,63 \text{ m}^2 \times 1000 \times 0,2013$$

$$= 31.926 \text{ Watt}$$

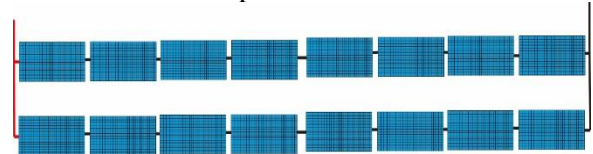
Kapasitas ini tidak melebihi kWh Meter yang terpasang artinya pemasangan modul bisa memaksimalkan sebesar 31.926 Wp. Dengan diketahui kapasitas modul maksimalnya sebesar 31.926 Wp maka dapat

diketahui jumlah panel yang digunakan dengan kapasitas panel 405 wp. Mencari jumlah panel yang bisa di pasang dengan menggunakan persamaan (2).

$$\begin{aligned} \text{jumlah Panel} &= \frac{P \text{ wattpeak}}{P \text{ max}} \\ &= \frac{31.926 \text{ Watt}}{405 \text{ watt}} \\ &= 78,8 \text{ buah} \end{aligned}$$

B. Menentukan Array panel

Dalam Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya perlunya dalam menyusun array modul panel surya agar dapat menentukan tegangan kerja serta tidak melebihi luas atap PT. Koloni Timur Kudus.



Gambar 3 Susunan Array Panel Surya

Berdasarkan gambar masing-masing array PLTS di PT.Koloni Timur Kudus terdapat 16 buah panel surya. setiap array menghasilkan V_{mpp} dan I_{mpp} sebagai berikut:

$$V_{mpp \text{ array}} = V_{mp} \times \text{Jumlah seri}$$

$$= 42 \text{ volt} \times 8$$

$$= 336 \text{ Volt}$$

$$I_{mpp \text{ array}} = I_{mp} \times \text{Jumlah Paralel}$$

$$= 9,65 \text{ A} \times 2$$

$$= 19,30 \text{ Ampere}$$

$$P_{mpp \text{ array}} = V_{mpp} \times I_{mpp}$$

$$= 336 \text{ volt} \times 19,3 \text{ Ampere}$$

$$= 6.484,8 \text{ Watt}$$

Berdasarkan gambar array yang terpasang pada PT.Koloni Timur Kudus sebanyak 8 array dimana setiap arraynya mempunyai V_{mpp} sebesar 336 Volt dan I_{mpp} sebesar 19,3 ampere sehingga daya setiap array sebesar 6.484,4 Watt. Daya total pembangkit listrik tenaga surya yang akan dibangkitkan adalah 6.484,8 x 5 array = 32.424 Wattpeak atau 32,4 kWp. Nilai tersebut masih aman dan tidak melanggar aturan pemerintah no 49 tahun 2018. Berdasarkan hasil dari mencari array maka dapat diketahui bahwa PLTS Atap ini dapat menopang daya sebesar:

$$\begin{aligned} \% &= \frac{\text{Daya PLTS}}{\text{Daya Yang Terpasang}} \times 100\% \\ &= \frac{32424}{82500} \times 100\% \\ &= 39,3\% \end{aligned}$$

PLTS akan menopang sebesar 39,3% sedangkan listrik dari PLN sebesar 60,7%.

C. Menentukan Kapasitas Solar Charger Controller

Setelah mengetahui daya dan tegangan setiap array, maka setelah itu dapat menentukan SCC (*solar charger*

controller) dengan menggunakan safety factor yang telah ditentukan yaitu 1,25. Persamaan (8) cara untuk menentukan kapasitas solar charger controller:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Solar Charger Controller} &= \frac{P_{mpp} \times \text{safety factor}}{V_{mpp}} \\ &= \frac{6.484,8 \times 1,25}{336} \\ &= 24,125 \text{ Ampere atau } 25 \text{ Ampere} \end{aligned} \quad (8)$$

Setelah menentukan kapasitas SCC (solar charger control) dengan daya per array 9.727,2 Watt dan tegangan setiap array 336 volt maka didapatkan kapasitas SCC sebesar 36 Ampere, selanjutnya menentukan kapasitas inverter.

D. Menentukan Kapasitas Inverter

Setelah menghitung banyaknya array dan besarnya daya setiap array maka selanjutnya dapat dihitung dan ditentukan kapasitas inverter dengan safety factor sebesar 1,25 di PT. Koloni Timur Kudus dengan persamaan (5):

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Inverte} &= P_{mpp} \times \text{safety factor} \\ &= 6.484,8 \times 1,25 \\ &= 8.106 \text{ Watt} \end{aligned}$$

E. Menentukan Kapasitas Baterai

Penggunaan baterai pada sistem hybrid sangatlah minim dikarenakan ketika modul photovoltaik tidak menghasilkan energi maka akan di suplai oleh PLN. Penggunaan baterai yang sangat signifikan yaitu saat malam sumber energi dari PLN padam, pada perencanaan ini hari otonomi yaitu 2 hari. Energi yang akan dibangkitkan di setiap malam dengan rata-rata pengeluaran 87.756 Wh dengan sistem tegangan baterai sebesar 240 volt dengan DOD baterai sebesar 80% dan efisiensi baterai diasumsikan 95% maka kapasitas baterai yang akan terpasang pada PT. Koloni Timur Kudus dapat ditentukan dengan persamaan (6) :
 $N = 2$, $V_s = 240 \text{ Volt}$, $EL = 87.756 \text{ Wh}$, $DOD = 0,8$, $Efisiensi \text{ Baterai} = 0,95$

$$\begin{aligned} C &= \frac{EL \times N}{V_s \times DoD \times \eta} \\ &= \frac{87.756 \times 2}{240 \times 0,8 \times 0,95} \\ &= \frac{32.424}{182,4} \\ &= 355,52 \text{ Ah atau } 400 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Baterai yang dibutuhkan dalam perencanaan PLTS hybrid di PT. Koloni Timur Kudus sebesar 355,52 Ah atau dibulatkan sebesar 400 Ah.

F. Menentukan Payback Period

Payback Periode adalah saat pendapatan dapat menutupi nilai investasi awal tanpa memikirkan pendapatan selanjutnya. Semakin pendek jangka waktu untuk mengembalikan investasi awal maka semakin baik. Dikarenakan aplikasi RetScreen tidak dapat menghitung PLTS hybrid antar PLTS dan Pembangkit Listrik

Negara maka untuk menghitung Payback Period dihitung secara manual.

Dengan mengetahui nilai investasi awal, biaya operasi atau perawatan dan omset pendapatan. Untuk suku bunga asumsikan 0%. Investasi awal menurut dengan perhitungan modul fotovoltaik, MPPT+Inverter dan baterai mendapatkan nilai awal sebagai berikut:

Tabel 1. Jumlah total keseluruhan investasi awal PLTS hybrid di PT. Koloni Timur Kudus

No	Nama Barang	Jumlah Barang	Harga Barang	jumlah Harga
1	Modul PV Jinko JKM405M-72H-V	80	Rp 2.500.000	Rp 200.000.000
2	MPPT + Inverter Hybrid Luminous 10Kw	5	Rp 55.000.000	Rp 275.000.000
3	Baterai ICAL Power 12 volt 100 Ah	80	Rp 2.000.000	Rp 160.000.000
Total				Rp 635.000.000

Biaya Operasi & Maintenance berdasarkan acuan dari NREL sebesar 1%-2% dari biaya investasi.

$$\begin{aligned} \text{Biaya O \& M} &= 1\% \times \text{Total Investasi} \\ &= 1\% \times \text{Rp } 635.000.000 \\ &= \text{Rp } 6.350.000 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk pendapatan pertahunnya dengan minimal pancaran sinar matahari 4,38 kWh/m/d. Per tahun pendapatan daya di PT. Koloni Timur Kudus dengan total kapasitas PLTS 32,4 kW mendapatkan sebagai berikut :

$$\text{Minimal Jumlah Kwh/Tahun} = 6 \text{ jam} \times \text{Kapasitas PLTS} \times \text{jumlah hari pertahun}$$

$$\begin{aligned} &= 6 \text{ jam} \times 32,4 \text{ Wp} \times 365 \text{ Hari} \\ &= 70.956 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

$$\text{Pendapatan pertahun} = \text{Minimal Pendaatan Kwh Per-tahun} \times \text{Harga PerKwh}$$

$$\begin{aligned} &= 70.956 \text{ Kwh} \times \text{Rp } 1114 \\ &= \text{Rp } 79.044.984 \end{aligned}$$

Nilai energi tersebut diubah ke dalam rupiah dengan cara dikalikan dengan harga per kWh di daya 82.5 kVA sebesar Rp. 1114 maka mendapatkan pendapatan per-tahun sebesar Rp 79.044.984.

Maka didapatkan nilai Payback Period sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{PBX} &= \frac{\text{Capital}}{\text{Process Investasi Awal}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= \frac{\text{Rp } 635.000.000}{(\text{Rp } 79.044.984 - \text{Rp } 6.350.000)} \times 1 \text{ tahun} \\ &= \frac{\text{Rp } 635.000.000}{(\text{Rp } 72.694.984)} \times 1 \end{aligned}$$

= 8,7 atau 8 tahun 7 bulan

Investasi pemasangan PLTS Hybrid dengan PLN di PT.Koloni Timur Kudus dengan biaya awal Rp.635.000.000, pendapatan pertahun Rp 79.044.984 serta biaya operasional dan perawatan sebesar Rp. 6.350.000 akan kembali pada tahun ke 8 bulan ke 7.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian perencanaan pembangkit listrik tenaga surya hybrid di PT.Koloni Timur Kudus maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan dari permasalahan yang ada salah satu cara penanganan menekan konsumsi energi adalah penggunaan energi baru terbarukan yaitu dengan menerapkan PLTS Atap Hybrid. Hasil dari perhitungan menghasilkan daya PLTS sebesar 32,4 kWp dengan jumlah modul panel surya 80 modul, dan memiliki array sebanyak 5 array setiap array terdiri dari 2 buah modul seri dan 8 buah modul parallel, sedangkan untuk SCC (solar Charger Controler) dan inverter mempunyai kapasitas sebesar 36 ampere dan 12.159 Watt, dan juga kaasitas baterai sebesar 400 Ah dengan susunan seri sebanyak 20 buah dan parallel 4 buah.
2. Berdasarkan perhitungan dapat diketahui Perencanaan PLTS Atap di PT.Koloni Timur Kudus akan menopang sebesar 39,3% dari daya yang terpasang.

Berdasarkan hasil perhitungan payback period, investasi sebesar Rp 635.000.000 dengan rata rata penghasilan pertahun sebesar Rp 79.044.984 dan biaya perawatan sebesar Rp. 6.350.000 akan kembali setelah tahun ke 8 bulan ke 7.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. S. Iskandar and N. Latief, *Sistem Listrik Tenaga Surya Disain,dan Operasi Instalasi*. Sleman: CV. BUDI UTOMO, 2018.
- [2] E. Tarigan and F. D. Kartikasari, "Analisis Potensi Atap Bangunan Kampus Sebagai Lokasi Penempatan Panel Surya Sebagai Sumber Listrik," *Teknologi*, p. 110, 2017.
- [3] Sigit Sukmajati and M. Hafidz, "Perancangan Dan Analisis Pembangkit listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 MW On Grid Di Yogyakarta," *Teknologi*, pp. 56–57, 2015.
- [4] G. A. Sinaga, "Analisis Pembangkit Listrik Sistem Hybrid Grid Connected Di Villa Peruna Saba, Gianyar – Bali," *Teknologi*, vol. 6, p. 6, 2019.
- [5] T. S. Mehang, M. Santoso, and Y. Tanoto, "Studi perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) Di kecamatan Ngadu Ngala, Kabupaten sumba Timur,NTT," *Teknologi*, vol. 10, p. 1, 2017.
- [6] B. . M. S. ing. Ramadhani, *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts*. Jakarta: Deutsche Gesellschaft Fur Internationale Zusammenarbeit(GIZ) GmbH, 2018.
- [7] S. N. Hutagalung and M. Panjaitan, "PROTOTYPE RANGKAIAN INVERTER DC KE AC 900 WATT," *Jurnal Pelita Informatika*, vol. 6, no. 1, p. 64, 2017.

- [8] R. Pambudi, "Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Aquarium & Gedung pertemuan Wisata Bahari Pekalongan, Semarang," *Skripsi Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang*, 2018, [Online]. Available: PLTS, Panel surya, IRR, Energi alternatif.
- [9] C. F. K. Sari, "PENGARUH ANALISIS INVESTASI TERHADAP KELAYAKAN PENAMBANGAN BATU MANGAN DI PT. BERKAT ESA MINING," *jurnal Science Tech*, vol. 4, p. 14, 2018.