

ANALISIS MANAJEMEN ENERGI *CHARGING STATION* DENGAN PEMANFAATAN PLTS 0.5 MWp *ON GRID* DI ITN MALANG

¹Rizki Herdian, ²Abraham Lomi, ³Awan Uji Krismanto.

Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia

rizkiherdiann@gmail.com, abraham@lecturer.itn.ac.id, awan_uji_krismanto@lecturer.itn.ac.id

Abstrak - Perkembangan kendaraan bermotor listrik semakin pesat seiring pentingnya dunia yang lebih bersih dan bebas polusi. akan tetapi timbul masalah lain dimana ketika stasiun pengisian kendaraan listrik yang bersifat konvensional, secara tidak langsung hanya sebatas pemindahan polusi yang awalnya di perkotaan dipindah ke area pembangkit yang berbahan bakar fosil, oleh karena itu pemanfaatan energi baru terbarukan digunakan saat ini, dengan pemanfaatan plts di ITN Malang berkapasitas 0.5 MWp dibuat simulasi perancangan untuk stasiun pengisian kendaraan listrik berkapasitas 22 kW dan daya solar sell yang digunakan sama dengan kapasitas stasiun pengisian listrik sebesar 22 kW dengan studi kasus pengisian baterai mobil i-Miev berkapasitas 16 kW. Panel surya yang terintegrasi oleh jaringan menjadi awal yang baik untuk mulai mengalihkan sumber charging station agar lebih ramah lingkungan karena kapasitas charging station yang cukup besar. Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk melihat integrasi antara panel surya dan jaringan dalam melakukan pengisian baterai mobil I-Miev yang di simulasikan menggunakan MATLAB /Simulink 2019.

Kata Kunci — Charging Station, Electric Vehicle Energi Terbarukan, Perencanaan, Matlab Simulink. Matlab Simulink.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan kendaraan bermotor listrik (KBL) khususnya di Indonesia semakin pesat seiring dengan kepedulian masyarakat atas pentingnya dunia yang lebih bersih dan bebas polusi. Kementerian Energi Sumber Daya Mineral (ESDM) mencatat hingga April 2021 sudah ada 122 unit stasiun pengisian daya (*charging station*) untuk kendaraan listrik di Indonesia. Kendaraan listrik menjadi salah satu opsi sumber energi yang bersih dan mampu juga mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Namun, permasalahan selanjutnya ialah ketika sumber dari energi listrik yang di gunakan adalah pembangkit yang berbahan bakar fosil, karena hanya sebatas memindahkan polusi yang awalnya berada di area perkotaan dipindah ke area pembangkit listrik yang berbahan bakar fosil diluar kota[1]. Oleh karena itu mulai banyak juga di kembangkan penggunaan SPKLU (Stasiun Pengisian kendaraan Listrik Umum) berbasis *renewable energy* khususnya menggunakan panas matahari. Namun demikian ini tidak lah mudah karena *fotovoltaik* itu sendiri yang bersifat fluktuatif dan menghasilkan listrik pada siang hari dengan waktu efektif sekitar 5 – 6 jam perhari.[2]

Karena banyaknya pemanfaatan SPKLU (Stasiun Pengisian kendaraan Listrik Umum) berbasis *renewable energy* di Indonesia, maka dari itu penulis akan memanfaatkan salah satu sumber energi terbarukan yang baru saja di resmikan di kampus 2 ITN Malang yaitu PLTS berkapasitas 0.5 Mwp. Dengan pesatnya pemanfaatan energi terbarukan beberapa tahun terakhir kita harap Indonesia semakin peduli terhadap pentingnya pemanfaatan sumber energi terbarukan ini agar dapat mengurangi polusi udara yang di akibatkan kendaraan ber bahan bakar fosil.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan informasi cuaca secara *real-time* dan statistik beban aktual ke dalam manajemen energi stasiun pengisian daya dengan memaksimalkan penggunaan listrik tenaga surya dan meminimalkan lonjakan permintaan daya puncak di jaringan selama pengisian kendaraan.[3] Stasiun pengisian kendaraan listrik di pasok oleh 2 sumber utama yaitu PV (*Photovoltaic*) dan *Grid* (jaringan PLN), tujuan utama dalam penggunaan sistem *ON Grid* itu sendiri ialah agar dapat menyediakan pasokan berkelanjutan ke stasiun pengisian kendaraan listrik yang berbasis *renewable energy*. PV dilengkapi dengan inverter agar outputan dari PV bisa langsung di ubah ke jaringan AC, maka dari itu sistem *ON Grid* ini bisa di lakukan, Ketika PV mencapai daya puncaknya yaitu pada siang hari akan dilihat apakah PV sanggup mengatasi beban puncak pada stasiun kendaraan listrik atau membutuhkan bantuan dari jaringan untuk mengatasinya. Maka dari itu penulis disini akan mensimulasikan dan menganalisis stasiun pengisian dengan sistem *ON Grid* ini dengan menggunakan software MATLAB [4][5][6]

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain adalah Bagaimana Manajemen Energi pada Charging Station PLTS 0.5 MWp On Grid di ITN Malang dan Bagaimana Perencanaan Charging Station PLTS 0.5 MWp On Grid di ITN Malang.

Adapun tujuan dari analisis manajemen energi *Charging Station on Grid* ini yaitu untuk merencanakan sebuah model pengisian kendaraan listrik dan 1. Menganalisis PLTS On Grid saat melakukan pengisian daya pada baterai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Charging station

Stasiun pengisian daya suatu perlengkapan listrik yang terhubung langsung ke panel distribusi listrik, atau ke stop kontak listrik. Charging Station memiliki satu atau lebih kabel yang dilengkapi dengan konektor yang mirip dengan nozzle pompa bensin dan digunakan dengan cara yang sama, dengan cara terhubung ke soket pengisian daya *Electric Vehicle* untuk mengisi daya baterai.[6] untuk kapasitas charging station yang akan di gunakan berkapasitas 22 kW.[7]

B. Kategori Stasiun Pengisian mobil listrik

Dari Berdasarkan kategori stasiun pengisian mobil listrik atau electric vehicle charging station (EVCS) dibagi menjadi 3 kategori dasar :

1. Stasiun pengisian rumahan (*residential*)

Komponen stasiun pengisian mobil listrik dipasang serta dilakukan dirumah, tipe 1 ini hanya mendukung stasiun pengisian daya AC 1 fasa dengan tegangan 120 V dan arus 32A. Tipe ini dikenal juga dengan "J1772 Connector" jenis EVCS yang memakai plug ini adalah kategori perumahan.

2. Stasiun pengisian komersial

Peralatan pengisian baterai mobil listrik di pasang sekaligus dilakukan ketika parkir, seperti pada mall, kantor dan lingkungan pendidikan, stasiun dengan kategori komersial ini bisa berbayar maupun gratis. Tipe ini mendukung pengisian baterai mobil seperti yang di jabarkan pada IEC 61851-1 dengan tegangan 240V dan arus 20 - 63 A, tipe ini dikenal sebagai "mennekes connector".

3. Stasiun Pengisian umum

Komponen stasiun pengisian mobil listrik ditaruh di tempat umum layaknya stasiun pengisian BBM umum (SPBU), jenis pengisian mobil listrik ini umumnya berbayar. Tipe ini biasanya berada di tegangan 480Vdc dan arus 125A.

C. Kendaraan listrik

Pada perancangan pengisian optimal stasiun kendaraan listrik ini, digunakan spesifikasi kendaraan Mitsubishi i-Miev sebagai objek penelitian dengan kapasitas 16 kW, tegangan dan arus pada baterai 330V, 50 Ah dan dalam simulasi Pengguna dapat menentukan status pengisian (SOC) yang diperlukan dan waktu yang diperlukan untuk melakukan pengisian daya.[3][10]

Model	Kapasitas Baterai (kWh)	Charger (kW)	Tipe Baterai
Mitsubishi i-miev	16	On Board charger AC 3,7	Lithium-ion
Hyundai ionic	38,3	On board charger AC7,2	Lithium-ion Polymer
Nissan	40	On board	Lithium-ion

LEAF		charger AC 6,6	
Tesla Model 3	82	On board charger AC 11	Lithium-io

Tabel 1 Spesifikasi Mobil Listrik

D. Panel surya

Sistem PLTS yang terinterkoneksi (*On Grid*) atau yang disebut dengan *Grid Connected PV System* yaitu sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan listrik. Sesuai dengan namanya, maka sistem ini akan dihubungkan dengan jaringan PLN dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi matahari melalui panel surya atau photovoltaic sebagai modul yang menghasilkan listrik semaksimal mungkin. Sistem ini juga dianggap ramah lingkungan dan bebas emisi. Sistem PLTS terinterkoneksi juga merupakan sebuah solusi agar masyarakat perkotaan baik perkantoran maupun perumahan yang bertujuan untuk dapat memperkecil tagihan rekening listrik dari PLN dan dapat ikut andil dalam penggunaan *renewable energy* yang bebas dari polusi.[10]

E. Inverter

Inverter yang digunakan memiliki fungsi yaitu mengkonversi tegangan DC yang bervariasi akibat keluaran dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang Fluktuatif. Untuk dapat dengan mudah mensuplai beban yang ada (beban AC), diperlukan suatu perangkat solar inverter khusus yang dapat mengkonversi tegangan DC yang bervariasi, menjadi tegangan AC yang terregulasi dengan baik.

F. Jaringan PLN dengan inverter

kebutuhan daya tambahan stasiun pengisian kendaraan listrik dengan Jaringan AC 380V, Dalam MATLAB/Simulink, tegangan 380V Sumber AC dengan trafo linier dianggap sebagai grid. Penyearah/inverter disediakan untuk mengubah tegangan AC menjadi DC agar bisa menyuplai daya ke baterai. [13]

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Kajian literatur

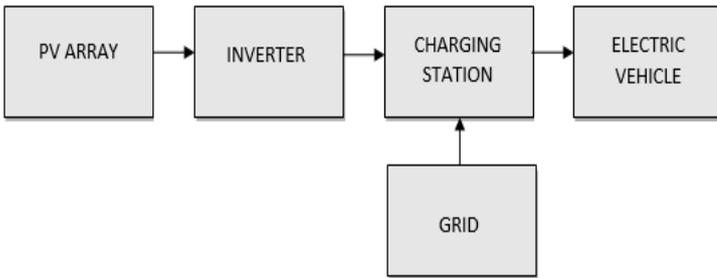
Penelitian ini difokuskan untuk meneiliti manajemen energi pada sistem charging station yang terhubung dengan pv secara on grid

1. Kajian Literatur.
2. Perancangan sistem PV dengan pemanfaatan PLTS kampus 500 kWp.
3. Perancangan sistem stasiun pengisian daya 22 kW
4. Pengumpulan data dan membuat single line diagram di matlab.
5. Menjalankan simulasi untuk melihat hasil output dari plts yang terhubung secara *on grid* dengan beban baterai mobil listrik.
6. Selesai

B. Matrix Laboratory

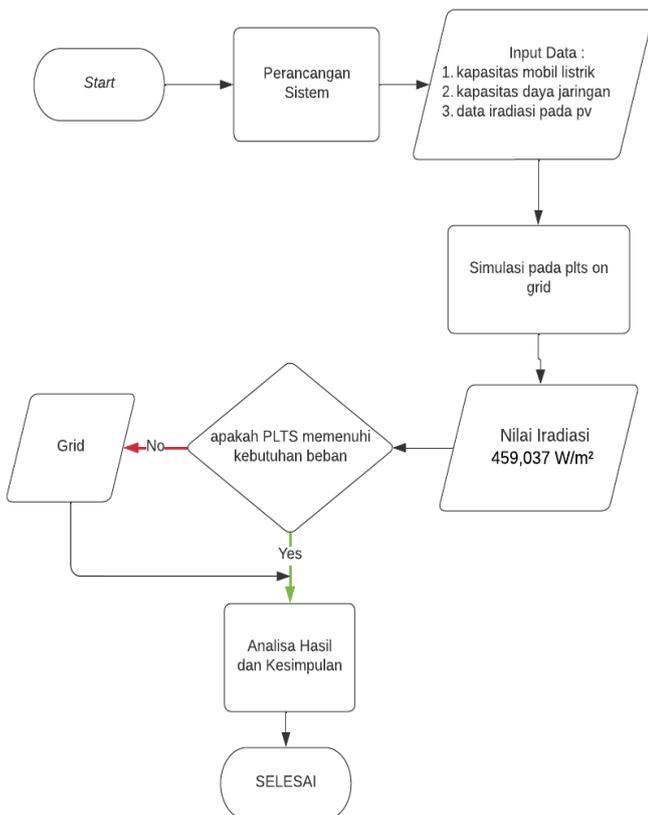
Matrix Laboratory (MATLAB) pada penelitian ini digunakan untuk melakukan simulasi pada sistem PLTS *on grid* 0.5 MWp di kampus 2 ITN Malang dalam melayani permintaan beban terhadap *charging station* untuk melakukan pengisian daya pada baterai mobil yang nantinya akan ditampilkan dalam bentuk grafik dua dimensi yang digunakan untuk melihat energi pada pv, jaringan, arus dan tegangan pada baterai mobil.

C. Blok Diagram



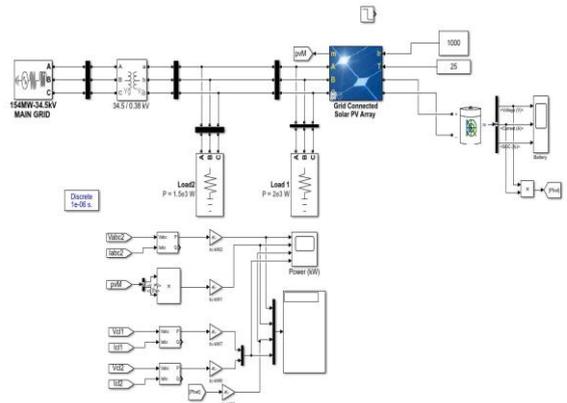
Gambar 1 Blok Diagram

D. Flowchart



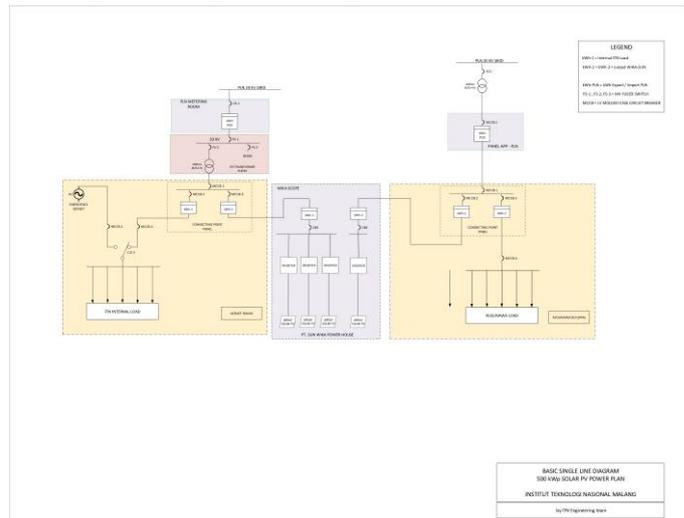
Gambar 2 Flowchart

E. Single line diagram



Gambar 3 Single Line Diagram

F. Single line diagram 500kWp solar PV Power Plan



Gambar 4 Single line Diagram PLTS on Grid

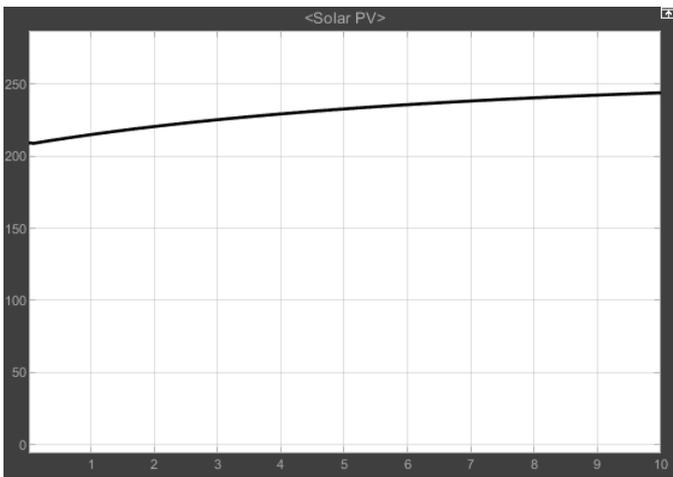
IV. HASIL DAN ANALISA

A. Penentuan Kondisi

Simulasi dilakukan pada kondisi PLTS *on grid* sebagai sumber utama yang melakukan pengisian daya baterai pada mobil I-Miev yang berkapasitas 16 kWh. Kondisi pada sistem ini nilai iradiasinya yakni sebesar 495,160 W/m² yang akan di simulasikan di matlab.

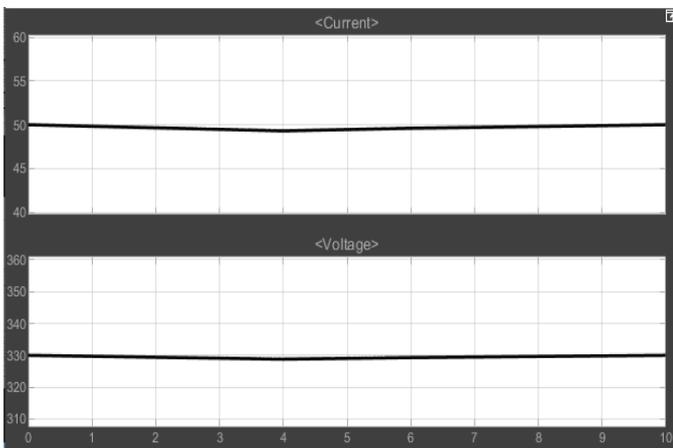
B. Simulasi Sistem PLTS On Grid

Kita memasuki studi kasus utama, yaitu mensimulasikan sistem saat melakukan pengisian daya pada baterai dengan nilai iradiasi panel surya sebesar 495,160 W/m² dimana nilai iradiasi merupakan nilai rata rata yang dihasilkan pada bulan Agustus 2022.



Gambar 5 Rata Rata Daya yang di hasilkan PLTS

kondisi awal sistem PLTS ketika di simulasikan menggunakan matlab,yaitu dengan nilai iradiasi 495,160 W/m²,², Dimana dengan nilai iradiasi tersebut dapat menghasilkan daya sebesar 210 kWp dan terus naik hingga mencapai rata rata sebesar 240 kWp, nilai tersebut merupakan rata rata daya yang dihasilkan perharinya oleh PLTS pada bulan Agustus 2022.

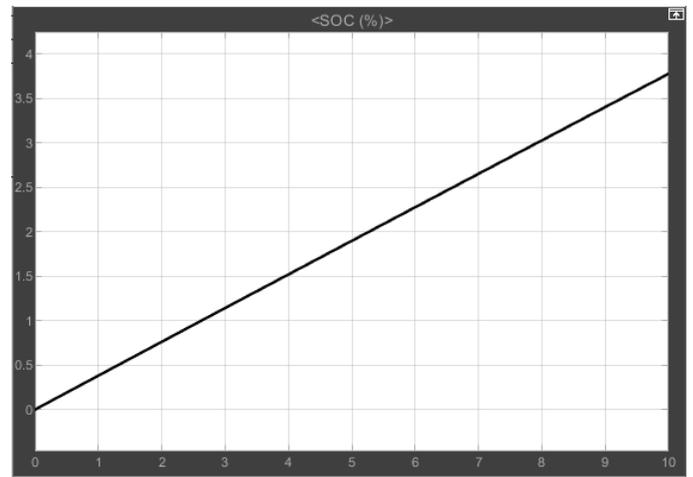


Gambar 6 Grafik Arus dan Tegangan Mitsubishi I-Miev

Pada grafik kedua menunjukkan keadaan arus dan tegangan pada baterai mobil mitsubishi I-miev yang terintegrasi oleh sistem PLTS *on grid* dan di saat melakukan pengisian daya pada baterai mobil listrik, arus dan tegangan sesuai dengan spesifikasi pada mobil tersebut yakni sebesar 330V dan 50 Ah yang menandakan sistem pada saat melakukan pengisian pada baterai ini baik sehingga tidak ada perubahan terhadap tegangan dan arus disaat sistem melakukan pengisian pada baterai mobil listrik.

C. Simulasi sistem dengan jaringan sebagai sumbernya.

Kita memasuki studi kasus yang kedua, yaitu mensimulasikan sistem saat melakukan pengisian daya pada baterai dengan jaringan sebagai sumber utamanya.



Gambar 7 Aliran Daya pada jaringan

Pada analisis ini kapasitas baterai yang akan di isi sebesar 16 kW dengan kondisi awal pengisian (SOC) 0% atau total daya yang dibutuhkan sebesar 16 kW, pada grafik diatas menunjukkan pengisian baterai pada mobil listrik cukup stabil. Pada sistem dimana disaat PLTS telah di ubah nilai iradiasinya secara.

D. Analisis Output yang dihasilkan PLTS

pada analisis ini menggunakan daya pada PLTS sebesar 500 kW atau sebanyak 1117 panel surya . Jika dilihat pada tabel maka didapatkan rata-rata iradiasi matahari perhari untuk di ITN malang kampus 2 pada bulan Agustus 2022. . dapat dilihat bahwa iradiasi matahari setiap harinya berbeda-beda. Iradiasi rata rata terendah terjadi pada tanggal 6 Agustus yaitu sebesar 2.68 kWh/m² sedangkan iradiasi matahari tertinggi terjadi pada tanggal 13 Agustus yaitu sebesar 6.79 kWh/m², dan rata-rata iradiasi matahari pada bulan agustus yaitu sebesar 5.04 kWh/m²/hari

Daya *output* yang dihasilkan dari panel surya dapat dihitung berdasarkan spesifikasi panel surya yang digunakan, berikut perhitungannya:

- Jika menggunakan data iradiasi matahari terendah yaitu 2.68 kWh/m²/hari maka:
 $PG = 2,2 \text{ m}^2 \times 1117 \text{ panel} \times 2,68 \text{ kWh/m}^2/\text{hari} \times 0,2$
 $PG = 1.317,16 \text{ kWh/hari}$
 Jadi energi yang dihasilkan pada saat iradiasi matahari terendah adalah 1.317,16 kWh/hari
- Jika menggunakan data radiasi matahari tertinggi yaitu 6.7 kWh/m²/hari maka
 $PG = 2,2 \text{ m}^2 \times 1117 \text{ panel} \times 6,70 \text{ kWh/m}^2/\text{hari} \times 0,2$
 $PG = 3.337,14 \text{ kWh/hari}$
 Jadi energi yang dihasilkan pada saat iradiasi matahari tertinggi adalah 3.337,14 kWh/hari
- Jika menggunakan data radiasi matahari pada tanggal 10 agustus yaitu 6.7 kWh/m²/hari maka
 $PG = 2,2 \text{ m}^2 \times 1117 \text{ panel} \times 5,44 \text{ kWh/m}^2/\text{hari} \times 0,2$
 $PG = 2.673,65 \text{ kWh/hari}$

Jadi energi yang dihasilkan pada saat iradiasi matahari tertinggi adalah 2.673,65 kWh/hari

4. Jika menggunakan energi yang dihasilkan rata-rata pada bulan oktober, nilai iradiasi rata-rata bulan oktober didapat dengan nilai 5,04 kWh/m²/hari sebagai berikut :

$$PG = 2,2 \text{ m}^2 \times 1117 \text{ panel} \times 5,04 \text{ kWh/m}^2/\text{hari} \times 0,2$$

$$PG = 2.447,05 \text{ kWh/hari}$$

Energi Yield = PG X 31 hari

$$\text{Energi Yield} = 2.447,05 \text{ kWh} \times 31 \text{ hari} = 75.858,55 \text{ kWh/bulan}$$

E. Waktu Pengisian Baterai

Dalam perencanaan ini sumber energi listrik menggunakan 2 sumber yaitu PLTS dan *grid* . Hasil iradiasi rata-rata yang dihasilkan PLTS dalam sehari pada bulan agustus 2022 yaitu 2.673,65 kWh/hari. Untuk mendapatkan kapasitas optimal pada *charger onboard*, maka suplai energi yang dihasilkan dari PLTS ditambahkan dengan suplai dari PLN yang terpasang yaitu sebesar 33.000 VA. Namun tetap hasil energi dari PLTS merupakan prioritas untuk beban. Perangkat pengisian daya yang digunakan mempunyai kapasitas maksimal 22 kW. Untuk mengetahui waktu pengisian pada beberapa kendaraan mobil listrik,

Waktu pengisian = Kapasitas Baterai mobil /Kapasitas Charger

$$= 16 \text{ kWh} / 3,7 \text{ kW}$$

$$= 4.3 \text{ Jam (Mobil Mitsubishi i-miev)}$$

Waktu pengisian = Kapasitas Baterai mobil /Kapasitas Charger

$$= 38.3 \text{ kWh} / 3,7 \text{ kW}$$

$$= 5.3 \text{ Jam (Mobil Hyundai ionic)}$$

Waktu pengisian = Kapasitas Baterai mobil /Kapasitas Charger

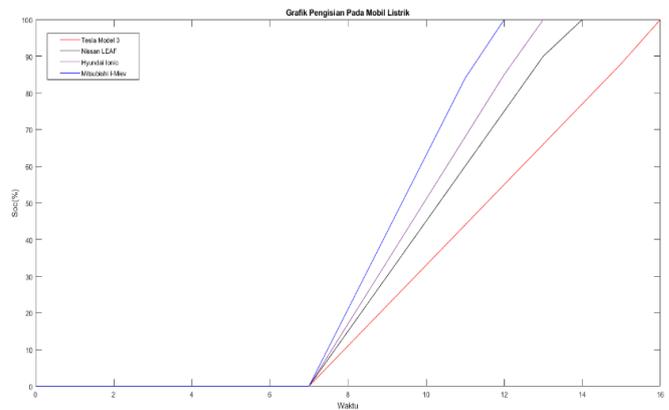
$$= 40 \text{ kWh} / 3,7 \text{ kW}$$

$$= 6.1 \text{ Jam (Mobil Nissan LEAF)}$$

Waktu pengisian = Kapasitas Baterai mobil /Kapasitas Charger

$$= 82 \text{ kWh} / 3,7 \text{ kW}$$

$$= 7.4 \text{ Jam (Mobil Tesla Model 3)}$$



Gambar 8 Grafik Pengisian pada 4 Mobil Listrik

F. Perhitungan Tagihan Listrik

Pada perhitungan ini merupakan jumlah tagihan pengisian daya mobil listrik, total kapasitas baterai mobil dan output PLTS. Karena sistem pengisian daya yang digunakan dipasang di lingkungan kampus, maka beban pada kampus juga ikut di perhitungkan. Dalam perhitungan ini diasumsikan bahwa pengisian pada *charging stasiun* menggunakan beberapa jenis mobil antara lain mitsubishi i-Miev, Nissan LEAF, Tesla Model 3 dan Hyundai ionic.

kapasitas 4 mobil listrik akan di charge dalam waktu 1 hari yang di asumsikan dalam sehari dapat mengisi penuh baterai mobil berapa kali. Maka kapasitas yang dibutuhkan dalam 1 hari dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut

1. Mobil Mitsubishi i-Miev

$$\text{Total 1 hari} = 16 \text{ kWh/hari} \times 5 \text{ kali}$$

$$= 80 \text{ kWh/hari}$$

Untuk mengetahui total tagihan untuk pengisian daya mobil mitsubishi i-Miev dalam 1 hari maka dapat dihitng dengan rumus pada persamaan (2.8).

$$\text{Tagihan mobil listrik(Rp)} = \text{Rp}1444,- \times 80 \text{ kWh}$$

$$= \text{Rp}115.520,00$$

$$\text{Tagihan Total listrik(Rp)} = \text{Rp}1444,- \times 127.0446 \text{ kWh}$$

$$= \text{Rp}183.252,4024$$

Sedangkan untuk total *output* PLTS dalam 1 hari dapat di hitng dengan rumus pada persamaan (2.3).

$$\text{Total output PLTS} = 2.673,65 \text{ kWh/hari} \times 1 \text{ hari}$$

$$= 2.673,65 \text{ kWh/hari}$$

Selanjutnya total beban dari mobil listrik dalam sehari di tambah dengan beban kampus tertinggi lalu di kurangi dengan daya yang dihasilkan PLTS pada 10 agustus 2022. Jika ada daya yang tersisa dari PLTS maka akan di ekspor ke Jaringan(PLN). Untuk mengetahui nilai ekspor dapat dihitng dengan rumus pada persamaan (2.7).

$$\begin{aligned} \text{Energi ekspor} &= (2.673,65 \text{ kWh/hari} - (47.0446 \text{ kW} + 80 \text{ kWh/hari}) \times 1 \text{ hari}) \\ &= 2.673,65 \text{ kWh/hari} - 127.0446 \text{ kW} \times 1 \text{ hari} \\ &= 2.546,6054 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui tagihan listrik yang dapat di terima oleh PLN maka dapat menggunakan rumus pada persamaan (2.4).

$$\begin{aligned} \text{kWh ekspor Yang di hitung} &= 65\% \times 2.546,6054 \text{ kWh} \\ &= 1.655,2935 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas pengisian daya mobil listrik dengan tipe mitsubishi i-Miev di dapatkan dalam sehari dapat di charge hingga 5 kali pengisian penuh.

2. Mobil Hyundai ionic

$$\begin{aligned} \text{Total 1 hari} &= 38,3 \text{ kWh/hari} \times 4 \text{ kali} \\ &= 153,2 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui total tagihan untuk pengisian daya mobil Hyundai Ionic dalam 1 hari maka dapat dihitung dengan rumus pada persamaan (2.8).

$$\begin{aligned} \text{Tagihan mobil listrik(Rp)} &= \text{Rp}1444,- \times 153,2 \text{ kW} \\ &= \text{Rp}221.220,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tagihan total listrik(Rp)} &= \text{Rp}1444,- \times 200,2446 \text{ kW} \\ &= \text{Rp}289.153,2024 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk total *output* PLTS dalam 1 hari dapat di hitung dengan rumus pada persamaan (2.3).

$$\begin{aligned} \text{Total output PLTS} &= 2.673,65 \text{ kWh/hari} \times 1 \text{ hari} \\ &= 2.673,65 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Selanjutnya total beban dari mobil listrik perhari di tambah dengan beban kampus tertinggi lalu di kurangi dengan daya yang di hasilkan PLTS pada 10 agustus 2022. Jika ada daya yang tersisa dari PLTS maka akan di ekspor ke Jaringan(PLN). Untuk mengetahui nilai ekspor dapat di hitung dengan rumus pada persamaan (2.7).

$$\begin{aligned} \text{Energi ekspor} &= (2.673,65 \text{ kWh/hari} - (47.0446 \text{ kW} + 153,2 \text{ kWh/hari}) \times 1 \text{ hari}) \\ &= 2.673,65 \text{ kWh/hari} - 200,2446 \text{ kW} \times 1 \text{ hari} \\ &= 2.473,4054 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui tagihan listrik yang dapat di terima oleh PLN maka dapat menggunakan rumus pada persamaan (2.4).

$$\begin{aligned} \text{kWh ekspor Yang di hitung} &= 65\% \times 2.473,4054 \text{ kWh} \\ &= 1.607,7135 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas pengisian daya mobil listrik dengan tipe Hyundai Ionic didapatkan dalam sehari dapat di charge hingga 4 kali pengisian penuh.

3. Mobil Nissan LEAF

$$\begin{aligned} \text{Total 1 hari} &= 40 \text{ kWh/hari} \times 4 \text{ kali} \\ &= 160 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui total tagihan untuk pengisian daya mobil Nisaan LEAF dalam 1 maka dapat di hitung dengan rumus pada persamaan (2.8).

$$\begin{aligned} \text{Tagihan mobil listrik(Rp)} &= \text{Rp.} 1444,- \times 160 \text{ kWh} \\ &= \text{Rp.} 231.040,00 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tagihan total listrik(Rp)} &= \text{Harga per-kWh PLN} \times \text{Tagihan} \\ &\text{jumlah listrik(kWh)} \\ &= \text{Rp}1444,- \times 207,0446 \text{ kW} \\ &= \text{Rp}298.972,4024 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk total *output* PLTS dalam 1 hari dapat di hitung dengan rumus pada persamaan (2.3).

$$\begin{aligned} \text{Total output PLTS} &= 2.673,65 \text{ kWh/hari} \times 1 \text{ hari} \\ &= 2.673,65 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Selanjutnya total beban dari mobil listrik perhari di tambah dengan beban kampus tertinggi lalu di kurangi dengan daya yang dihasilkan PLTS pada 10 agustus 2022. Jika ada daya yang tersisa dari PLTS maka akan di ekspor ke Jaringan(PLN). Untuk mengetahui nilai ekspor dapat di hitung dengan rumus pada persamaan (2.7).

$$\begin{aligned} \text{Energi ekspor} &= (2.673,65 \text{ kWh/hari} - (47.0446 \text{ kW} + 160 \text{ kWh/hari}) \times 1 \text{ hari}) \\ &= 2.673,65 \text{ kWh/hari} - 207,0446 \text{ kW} \times 1 \text{ hari} \\ &= 2.446,6054 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui tagihan listrik yang dapat di terima oleh PLN maka dapat menggunakan rumus pada persamaan (2.4).

$$\begin{aligned} \text{kWh ekspor Yang di hitung} &= 65\% \times 2.446,6054 \text{ kWh} \\ &= 1.590,2935 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas pengisian daya mobil listrik dengan tipe Nissan Leaf didapatkan dalam sehari dapat di charge hingga 4 kali pengisian penuh.

4. Mobil Tesla Model 3

$$\begin{aligned} \text{Total 1 hari} &= 82 \text{ kWh/hari} \times 3 \text{ kali} \\ &= 246 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui total tagihan untuk pengisian daya mobil Tesla Model 3 dalam 1 hari maka dapat di hitung dengan rumus pada persamaan (2.8).

$$\begin{aligned} \text{Tagihan mobil listrik(Rp)} &= \text{Rp.} 1444,- \times 246 \text{ kWh} \\ &= \text{Rp.} 355.224 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tagihan total listrik(Rp)} &= \text{Rp}1444,- \times 293,0446 \text{ kW} \\ &= \text{Rp}423.156,4024 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk total *output* PLTS dalam 1 hari dapat dihitung dengan rumus pada persamaan (2.3).

$$\begin{aligned} \text{Total output plts} &= 2.673,65 \text{ kWh/hari} \times 1 \text{ hari} \\ &= 2.673,65 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Selanjutnya total beban dari mobil listrik di tambah dengan beban kampus tertinggi lalu di kurangi dengan daya yang dihasilkan PLTS pada 10 agustus 2022. Jika ada daya yang tersisa dari PLTS maka akan di ekspor ke Jaringan(PLN). Untuk mengetahui nilai ekspor dapat di hitung dengan rumus pada persamaan (2.7).

$$\begin{aligned} \text{Energi ekspor} &= (2.673,65 \text{ kWh/hari} - (47.0446 \text{ kW} + 246 \text{ kWh/hari})) \times 1 \text{ hari} \\ &= 2.673,65 \text{ kWh/hari} - 293,0446 \text{ kW} \times 1 \text{ hari} \\ &= 2.380,6054 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui tagihan listrik yang dapat di terima oleh PLN maka dapat menggunakan rumus pada persamaan (2.4).

$$\begin{aligned} \text{kWh ekspor Yang di hitung} &= 65\% \times 2.380,6054 \text{ kWh} \\ &= 1.547,3935 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas pengisian daya mobil listrik dengan tipe Tesla Model 3 didapatkan dalam sehari dapat di *charge* hingga 3 kali pengisian penuh.

G. perencanaan charging station

Ada beberapa aspek yang perlu ditinjau bertujuan untuk mengetahui perencanaan charging station on grid.

1. Daya PLN

Desain energi untuk charging station kendaraan listrik berkapasitas maksimum 22 kW bersumber dari PLTS On Grid. Berdasarkan peraturan PLN untuk mensuplai stasiun kendaraan listrik 22 kW diberikan kapasitas kontrak daya PLN 33 kVA. Hal ini dilakukan supaya grid PLN mampu melakukan pengisian daya maksimal saat PLTS tidak dapat melakukan pengisian daya. Desain sistem dibuat sedemikian rupa agar pada saat siang hari jika tidak ada pengisian daya maka akan dikirim ke grid sistem. Oleh karena itu perlu dipasang kWh expor impor.

$$i = \frac{22.000}{380 \times 1.73 \times 0.95} = 39,37 \text{ A}$$

2. Menentukan pernaagkat Charging mobil listrik

Untuk menentukan perangkat *charging*, maka hal yang perlu diketahui yaitu soket yang digunakan pada setiap kendaraan listrik, setelah itu mengetahui *output* sistem yang digunakan dari *Inverter* dan *grid* yang digunakan pada jaringan tersebut. Setelah mengetahui spesifikasi *charging* yang di gunakan dari beberapa mobil listrik dan mengetahui spesifikasi jaringan *output* PLTS dan PLN, maka dipilih perangkat *charging* merek Proteksindo dengan daya maksimal

22 kW 400V 3 fasa sebagai pengisi daya dalam perencanaan ini.



Gambar 9 Charging Station 22 kW

3. Inverter yang di gunakan

Inverter yang digunakan pada plts 0.5 MWp memiliki spesifikasi yakni mempunyai kapasitas input tegangan 200 V – 1000 V dan input arus 26 A. output yang dihasilkan oleh inverter ini mempunyai tegangan 380 V / 400 V dan arus 167.2 A – 158.8 A. Dengan daya maksimal 110 kW. Inverter yang digunakan yaitu merek SUN2000-110KTL-M0.



Gambar 10 Inverter

4. kWh Meter EXIM

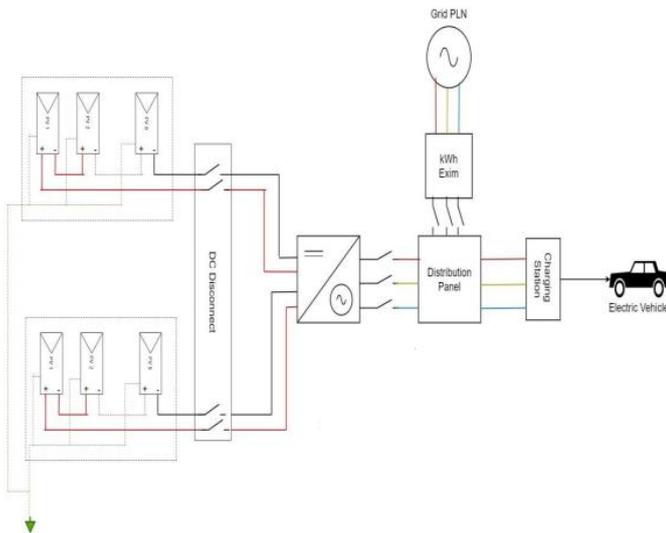
Energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS pada siang hari akan langsung digunakan oleh peralatan listrik yang sedang menyala namun apabila masih ada kelebihan energinya maka akan di ekspor ke jaringan listrik PLN dengan menggunakan kWh meter EXIM. Seperti yang telah dijelaskan pada peraturan direksi PT.PLN (PERSERO) nomor 0733.K/DIR/2013 tentang pemanfaatan energi listrik dari fotovoltaik oleh pelanggan PT.PLN (PERSERO) dalam pasal 5 tentang transaksi energi listrik.

Dengan adanya peraturan ini, maka pelanggan dapat mengurangi biaya yang dibayarkan ke PLN dengan memasang kWh meter EXIM.



Gambar 11 kWh EXIM

5. Skema Charging Station



Gambar 12 Skema Charging Station

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi perancangan sistem PLTS *On Grid* untuk *charging station* mobil listrik ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- A. PLTS di ITN Malang memiliki nilai iradiasi sebesar 495,037 W/m² yang di ambil pada 10 agustus 2022 dan dapat menghasilkan 240 kWp dan jika di hitung secara manual, dalam sehari PLTS dapat menghasilkan energi sebesar 2.673,65 kWh/hari
- B. Dari keempat jenis mobil listrik yang diasumsikan dalam sehari *charging station* dapat mengisi penuh baterai 3 kali hingga 4 kali pengecasan penuh dengan kapasitas baterai 80 kWh hingga 246 kWh dalam sehari. Dengan jumlah tagihan pada mobil listrik berkisar Rp155.520,- hingga Rp355.224,- perharinya.
- C. Dengan nilai beban kampus tertinggi yang di tambah dengan beban *charging station*, masih banyak energi PLTS yang tersisa, energi yang tersisa akan di *expor* ke jaringan (PLN) dan nilai energi yang dapat di *expor* berkisar 1.547,3935 kWh hingga 1.655,2935 kWh kWh yang terjadi pada tanggal 10 agustus 2022..

- D. Pada perencanaan *charging station* secara *on grid* ini ada beberapa aspek yang perlu di perhatikan yaitu membuat skema *charging* yang akan digunakan selanjutnya mengetahui jenis-jenis mobil listrik yang ada di Indonesia, menentukan kapasitas *charging station* yang akan dibuat lalu menghitung daya PLN yang dibutuhkan.

2. Saran

- A. Pada penelitian selanjutnya agar membuat perencanaan jumlah *Charging Station* yang dapat di buat di ITN Malang kampus 2
- B. Selanjutnya diharap membuat perencanaan tentang fast charging dimana fast charging hanya membutuhkan waktu berkisar 30 menit untuk mengisi daya baterai dari 0% sampai 80%.

VI. REFERENSI

- [1] G. T. M. S. A. L. Chandrasa, "PHOTOVOLTAIC ENERGY FOR SMART HYBRID FAST CHARGING Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral," pp. 23–28, 2020.
- [2] K. K. Jaladi, S. Kumar, and L. M. Saini, "ANFIS controlled grid connected electric vehicle charging station using PV source," *2020 1st IEEE Int. Conf. Meas. Instrumentation, Control Autom. ICMICA 2020*, pp. 1–4, 2020, doi: 10.1109/ICMICA48462.2020.9242717.
- [3] A. Haque, V. S. B. Kurukuru, and M. Ali Khan, "Energy Management Strategy for Grid Connected Solar Powered Electric Vehicle Charging Station," *2019 IEEE Transp. Electrification Conf. ITEC-India 2019*, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/ITEC-India48457.2019.ITECIndia2019-44.
- [4] T. K. Paul and H. Aisu, "Management of quick charging of electric vehicles using power from grid and storage batteries," *2012 IEEE Int. Electr. Veh. Conf. IEVC 2012*, 2012, doi: 10.1109/IEVC.2012.6183259.
- [5] M. Ali, S. Mohammad, and M. M. Rahman, "Modelling a Solar Charge Station for Electric Vehicle with Storage Backup," *1st Int. Conf. Adv. Sci. Eng. Robot. Technol. 2019, ICASERT 2019*, vol. 2019, no. Icasert, pp. 1–4, 2019, doi: 10.1109/ICASERT.2019.8934645.
- [6] I. Colak, R. Bayindir, A. Aksoz, E. Hossain, and S. Sayilgan, "Designing a competitive electric vehicle charging station with solar PV and storage," *INTELEC, Int. Telecommun. Energy Conf.*, vol. 2016-Septe, 2016, doi: 10.1109/INTLEC.2015.7572480.
- [7] F. T. Industri, "Berdasarkan Kebutuhan Daya Grid Dan Kondisi Grid Pada Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Menggunakan Kontroler Vehicle Based on Grid Power Needs and Grid Profile At Charging

- Station Using Fuzzy,” 2016.
- [8] M. C. Falvo, D. Sbordone, I. S. Bayram, and M. Devetsikiotis, “EV charging stations and modes: International standards,” *2014 Int. Symp. Power Electron. Electr. Drives, Autom. Motion, SPEEDAM 2014*, pp. 1134–1139, 2014, doi: 10.1109/SPEEDAM.2014.6872107.
- [9] F. Sutra Kamajaya and M. Muzmi Ulya, “Analisis Teknologi Charger Untuk Kendaraan Listrik - Review,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 3, pp. 163–166, 2015, doi: 10.21776/ub.jrm.2015.006.03.4.
- [10] “PERENCANAAN PEMANFAATAN PLTS ON GRID SEBAGAI SUMBER ENERGI UNTUK CHARGING STATION KENDARAAN,” 2021.
- [11] N. Budiastara, A. I. Weking, T. Elektro, F. Teknik, U. Udayana, and B. Jimbaran, “Sistem on Grid Pembangkit Listrik Tenaga Matahari,” pp. 1–9.
- [12] E. Roza and M. Mujirudin, “Perancangan Pembangkit Tenaga Surya Fakultas Teknik UHAMKA,” *Ejournal Kaji. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 16–30, 2019, [Online]. Available: <http://download.garuda.ristekdikti.go.id/article.php?article=984946&val=11994&title=PERANCANGAN>
- PEMBANGKIT TENAGA SURYA FAKULTAS TEKNIK UHAMKA.
- [13] A. N. Ameen and S. Suresh, “Vehicle-to-Grid Capability of Reactive Power,” *2018 2nd Int. Conf. Trends Electron. Informatics*, no. Icoei, pp. 1336–1340, 2018.

VII. BIODATA PENULIS

Penulis lahir di Muara Jawa, Kabupaten Kutai kartanegara, Kalimantan Timur. Pada 18 November 1999. Putra dari Bapak M.Aris dan Ibu Harlina. Penulis memulai pendidikan TK di Balikpapan timur, manggar. Melanjutkan sekolah di SDN 006 Balikpapan timur dan lulus pada tahun 2012, Penulis melanjutkan pendidikan SMPN 8 Balikpapan dan lulus pada tahun 2015, lalu melanjutkan pendidikan di SMKN 1 Balikpapan dengan jurusan Teknik Otomasi Industri dan lulus tahun 2018. Lalu penulis melanjutkan pendidikan di ITN Malang tahun 2018, dengan memilih Fakultas Teknik Industri, Jurusan Teknik Elektro S1, Konsentrasi Energi Lisrik.