

DESAIN SOLAR TREE UNTUK PENERANGAN JALAN UMUM DI JALAN BYPASS NGURAH RAI BALI

I Kadek Adi Darmadi¹, I. A. Dwi Giriantari², I Wayan Sukerayasa²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

³Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jalan Raya Kampus Unud, Jimbaran, Bali

adidarmadi02@gmail.com¹, dayu.giriantari@unud.ac.id², sukrayasa@ee.unud.ac.id²

ABSTRAK

Jalan ialah sebuah sarana umum yang cukup penting bagi masyarakat dalam menghubungkan akses antar wilayah. Penerangan jalan umum (PJU) menjadi bagian dari infrastruktur pelengkap jalan yang bisa dipasang pada kanan atau kiri ruas jalan maupun di tengah (pada bagian pembatas jalan). LED adalah jenis lampu yang sering dipergunakan di PJU yang ada di seluruh Indonesia. pada penelitian ini dirancang solar tree sebagai sumber energi listrik ramah lingkungan yang akan ditambahkan secara ongrid pada sistem penerangan Jalan umum (PJU). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemilihan jenis lampu, kapasistas yang dipergunakan dan desain yang akan digunakan di Jalan Bypass Ngurah Rai. Lokasi yang dipilih dari perencanaan instalasi Solar Tree yaitu Jalan Bypass Ngurah Rai untuk lampu penerangan jalan. Hal itu bertujuan sebagai upaya aplikasi dari pemanfaatan energi terbarukan, serta mengetahui berapa persen penghematan yang dihasilkan hasil pengujian pada penelitian ini menghasilkan perhitungan dengan berdasarkan kWh meter pada Jalan Bypass Ngurah Rai dengan memakai panel surya yang bertipe Mono Full Screen DHM-54X10/FS 390~420W dengan maksimal daya 420 watt, sehingga menghasilkan: Pertama, solar tree menggunakan empat panel dengan maksimal daya 1680 watt. kedua, rancangan tiang solar tree yang memadai dengan kondisi pada Jalan Bypass Ngurah Rai yaitu bentuk "Tedung" dan bentuk "Kayon" yang akan berisi empat panel pada masing-masing tiangnya. Ketiga, penghematan yang didapatkan dari penggunaan Solar Tree ini yaitu sebesar 18,69%.

Kata kunci : Energi, Energi Surya, Penerangan Jalan Umum (PJU)

ABSTRACT

The road is a public facility that is quite important for the community in connecting access between regions. Public street lighting (PJU) is part of the road's complementary infrastructure which can be installed on the right or left of the road section or in the middle (on the road divider). LED is a type of lamp that is often used in PJU throughout Indonesia. In this study, solar trees are designed as a source of environmentally friendly electrical energy which will be added ongrid to the public street lighting system (PJU). This study aims to analyze the selection of the type of lamp, the capacity used and the design to be used on the Ngurah Rai Bypass Road. The location chosen from the planned Solar Tree installation is the Ngurah Rai Bypass Road for street lighting. This is intended as an application for the utilization of renewable energy, and to find out what percentage of savings is generated. The results of the tests in this study produce calculations based on the kWh meter on the Ngurah Rai Bypass Road using a solar panel of the Mono Full Screen type DHM-54X10/FS 390~420W with a maximum power of 420 watts, resulting in: First, the solar tree uses four panels with a maximum power of 1680 watts. second, the design of solar tree poles that are adequate to the conditions on the Ngurah Rai Bypass Road, namely the "Tedung" and "Kayon" shapes which will contain four panels on each pole. Third, the savings obtained from using this Solar Tree are 18.69%.

Key Words : Energy, Solar Energy, Public Street Lighting (PJU).

1. PENDAHULUAN

Jalan ialah sebuah sarana umum yang cukup penting bagi masyarakat dalam menghubungkan akses antar wilayah. Jalan ialah sarana penghubung bagi transportasi jenis darat yang meliputi semua bagian jalan, termasuk infrastruktur pelengkap bagi lalu lintas. Aspek pelengkap lainnya yang krusial yaitu penerangan jalan.

Lampu merupakan alat yang dapat menghasilkan cahaya yang diperlukan manusia agar dapat menjalani aktivitas sehari-hari contohnya memberikan tempat tinggal manusia penerangan di malam hari agar aktivitas dapat berjalan seperti biasa, serta lampu juga dipasang untuk menerangi jalan bagi pengguna jalan. Penerangan jalan umum (PJU) adalah infrastruktur pelengkap jalan yang bisa dipasang pada kanan atau kiri ruas jalan maupun di tengah (di bagian pembatas jalan).

PJU mempunyai fungsi sebagai panduan navigasi pada malam hari bagi pengguna jalan, untuk meningkatkan keselamatan dan keamanan pengguna jalan, menambah unsur keindahan, serta bisa memberi nilai ekonomi tambahan bagi suatu wilayah. Penggunaan penerangan Jalan umum (PJU) yang semakin meningkat di berbagai lokasi di Indonesia pada beberapa tahun belakangan ini. Peningkatan tersebut dilakukan sebagai cara untuk membantu komitmen dari pemerintah untuk menurunkan emisi GRK (Gas Rumah Kaca) dan penghematan energi serta biaya, dengan penggunaan sumber energi alternatif atau terbarukan (bisa diolah Kembali) pada sektor PJU[1].

Lampu LED adalah jenis lampu yang biasa digunakan pada PJU yang terpasang hampir di seluruh Indonesia. *Light Emitting Diode* atau yang disingkat LED mempunyai potensi hemat energi yang sejalan dengan upaya pemerintah untuk menerapkan penggunaan lampu hemat energi.

Salah satu jalan yang berpotensi diterapkannya pemanfaatan energi surya yaitu Jalan Bypass Ngurah Rai. Jalan Bypass Ngurah Rai adalah jalan yang menghubungkan Kabupaten Badung sampai Kota Denpasar, dimana terpasang lampu penerangan jalan dengan model tiang ganda, yang tinggi tiangnya mencapai 9 meter, serta memakai lampu yang berwarna putih.

Tujuan penelitian yaitu menganalisis pemilihan jumlah unit, kapasitas yang dipergunakan dan lokasi terbaik dari

perencanaan instalasi panel surya di sepanjang Jalan Bypass Ngurah Rai ntuk lampu penerangan jalan yang merupakan upaya aplikasi dari pemanfaatan energi terbarukan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Energi

Energi (daya) adalah kondisi yang penting dalam melakukan pekerjaan atau aktivitas yang mencakup energi mekanik, energi nuklir, energi elektromagnetik, listrik, energi kimia, dan panas. Energi dapat bersumber dari berbagai macam sumber daya beberapa macam contohnya: batu bara, minyak, serta gas bumi. Energi listrik adalah salah satu bentuk energi utama yang diperlukan serta bisa dikonversikan ke dalam beberapa bentuk energi lain seperti energi panas, energi mekanik, dan lainnya[2].

2.2 Energi Surya

energi dalam kehidupan manusia merupakan perpindahan energi yang biasa digunakan dalam berbagai keperluan manusia. Seperti energi matahari yang diperlukan oleh Sebagian besar makhluk hidup. Energi matahari bisa digunakan secara langsung sebagai aliran listrik. Energi surya adalah energi panas serta sinar dari matahari. Energi juga bisa dimanfaatkan dengan menggunakan teknologi seperti fotovoltaik surya, pemanas surya, fotosintesis buatan, listrik panas surya, serta arsitektur surya[3].

2.3 Penerangan Jalan Umum

Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan kewajiban pemerintahan pada bidang perhubungan sebagai penyedia infrastruktur jalan pada wilayah masing-masing, kebijakan penyediaan infrastruktur ini, memiliki konsekuensi untuk menggunakan sumber daya energi yang dapat menambah dampak buruk pada emisi Gas Rumah Kaca[4].

Pemerintah daerah atau badan resmi lainnya sebagai Pengelolaan resmi dari PJU memperoleh pasokan tenaga listrik dari PLN secara sah yang bertujuan untuk menerangi Sebagian besar fasilitas publik yang terdapat di jalanan umum[4].

2.3.1 Lampu Tabung Fluorescent

Lampu Tabung Fluorescent ialah jenis lampu yang memiliki sedikit merkuri di dalam tabungnya serta terdapat gas argon

dengan tekanan rendah. Serbuk phosphor melapisi semua permukaan bagian dalam kaca tabung Fluorescent.

Lampu Tabung Fluorescent yang memiliki 2 elektroda di setiap ujungnya. Gas argon didalam tabung berfungsi sebagai keperluan start, sedangkan merkuri berfungsi untuk membuat radiasi ultraviolet yang lalu akan membangkitkan phosphor serta bercampur bersama mineral lain yang sudah dilebutkan di sisi bagian dalam tabung lampu sehingga akan mengakibatkan cahaya[4]. Gambar 1 adalah tampilan lampu tabung Fluorescent



Gambar 1. Lampu Tabung Fluorescent
Sumber : Ferza, Ray 2020

2.3.2 Lampu Merkuri

Lampu merkuri mempunyai prinsip kerja yang hampir menyerupai prinsip kerja lampu fluorescent, yang mana pancaran cahayanya mengakibatkan terjadi loncatan elektron dalam tabung. Sedangkan susunannya tidak sama dengan lampu fluorescent. Lampu fluorescent memiliki 2 tabung, yaitu tabung dalam dari gelas kuarsa serta bohlam luar. Daya rendah merupakan faktor bekerjanya lampu merkuri, oleh karenanya memakai kapasitor dapat membantu perbaikan faktor daya lampu[4]. Gambar 2 adalah tampilan Lampu Merkuri



Gambar 2. Lampu Merkuri
Sumber : Ferza, Ray 2020

2.3.3 Lampu Sodium Tekanan Rendah (SOX)

Lampu Sodium Tekanan Rendah (SOX) merupakan jenis lampu hemat energi yang poly digunakan sebagai penerangan jalan ataupun penerangan titik lainnya. Berikut ialah gambar lampu sodium

menggunakan 2 tabung bagian dalam dengan desain "U". Tabung U berisi cairan sodium ditambah dengan gas neon serta 1% argon sebagai gas bantu dan dilengkapi dengan 2 buah elektroda yang dilapisi menggunakan tungsten[4]. Gambar 3 adalah tampilan Lampu Sodium Tekanan Rendah (SOX)



Gambar 3. Lampu Sodium Tekanan Rendah
Sumber : Ferza, Ray 2020

2.3.4 Lampu Sodium Tekanan Tinggi (SON)

Lampu Sodium Tekanan Tinggi mempunyai cara kerja yang hampir sama dengan cara kerja lampu sodium tekanan rendah, yang terjadi ketika adanya elektron yang terlepas dalam tabung lampu. Lampu ini memiliki sekitar 1/3 tekanan gas atmosfer (250 mm merkuri) di dalam tabungnya, dibandingkan dengan tekanan gas pada lampu sodium tekanan rendah sekitar 3-10 mm merkuri. Lampu sodium tekanan tinggi juga memiliki Suhu kerja yang lebih tinggi[4]. Gambar 4 adalah tampilan lampu Sodium Tegangan Tinggi



Gambar 4. Lampu Sodium Tegangan Tinggi
Sumber : Ferza, Ray 2020

2.3.5 Lampu Light Emitting Diode

Light Emitting Diode adalah bahan semi-konduktor yang Ketika dilalui arus akan mengeluarkan cahaya. Arus listrik Ketika diberikan kepada Light Emitting Diode (kutub negatif dihubungkan dengan N dan kutub positif dengan P) maka lubang akan mengalir ke arah N serta elektron ke arah P. Semi-konduktor yang digunakan

pada *Light Emitting Diode* dapat mempengaruhi macam Cahaya yang dihasilkan[4]. Gambar 5 adalah tampilan lampu LED



Gambar 5. Lampu LED
Sumber : Ferza, Ray 2020

2.4 Solar Cell

Photovoltaic cell dibentuk dengan material semi-konduktor terutama silikon yang dilapisi oleh bahan tambahan khusus. Energi listrik bisa dibangkitkan ketika cell menerima cahaya matahari dimana elektron akan terlepas dari atom silikon dan mengalir membuat sirkuit listrik. Sel surya dirancang untuk mengkonversi cahaya menjadi energi listrik sebanyak mungkin sehingga dapat digabung baik secara seri atau paralel agar menghasilkan tegangan serta arus yang diinginkan[5].

Bahan semi-konduktor yang Menyusun modul surya dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Modul surya bisa menerima sinar matahari yang mengandung energi foton ini. Arus listrik dapat terjadi karena energi foton yang dipancarkan sinar matahari dapat menghasilkan energi kinetik yang bisa melepaskan elektronelektron ke pita konduksi[5].

2.4.1 Jenis Panel Surya

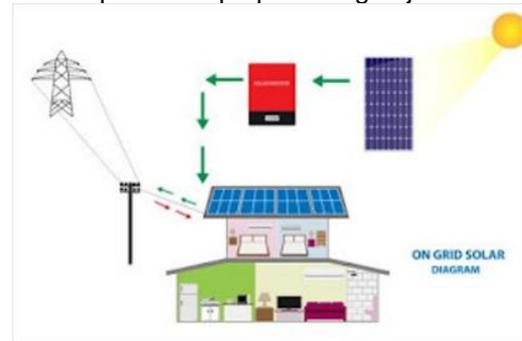
Panel sel surya mengkonversi intensitas sinar matahari menjadi energi listrik. Panel sel surya dapat menghasilkan arus untuk mengisi daya baterai. Panel sel surya terdiri dari photovoltaic, yang sangat bergantung pada intensitas cahaya agar dapat menghasilkan listrik, dimana ketika menurunnya intensitas cahaya (mendung, berawan, dan hujan) dapat mengakibatkan kurangnya arus listrik yang dihasilkan. Dengan memperluas pemasangan panel sel surya dapat menambah konversi energi matahari. Panel sel surya umumnya memakai ukuran tertentu untuk memperoleh hasil yang tertentu pula[6].

2.4.2. Sistem PLTS

Sistem PLTS biasanya diklasifikasikan sesuai dengan konfigurasi komponennya. Terdapat 2 pembagian sistem PLTS yaitu PLTS yang terhubung dengan jaringan listrik PLN (*PLTS-Grid Connected*) serta PLTS yang berdiri sendiri (*Stand Alone*).

2.4.2.1 PLTS *Grid Connected/On-grid*

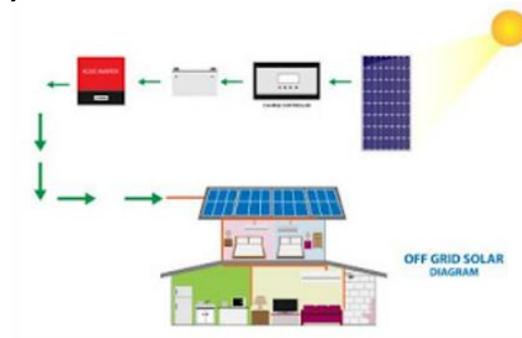
Sistem PLTS *Grid Connected* merupakan sistem PLTS solusi energi hijau bagi daerah perkotaan seperti perumahan, perkantoran atau fasilitas publik. Sistem ini memakai modul surya (*Photovoltaic Module*) sebagai penghasil listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi. Sistem PLTS *grid connected* ini memakai baterai (*Back Up*) serta tanpa baterai. Gambar 6 adalah posisi lampu penerangan jalan.



Gambar 6. Posisi lampu penerangan jalan
Sumber : Mukhamad Khumaidi Usman 2020

2.4.2.2 PLTS Berdiri Sendiri (*Stand Alone/Off-grid*)

Sistem PLTS *Stand Alone* didesain agar dapat bekerja secara mandiri guna memenuhi kebutuhan beban DC ataupun AC, sistem ini bisa dioperasikan oleh *array photovoltaic* saja, dan bisa memakai energi tambahan contohnya diesel, air, maupun angin (*Hybrid*). Gambar 7 adalah posisi lampu penerangan jalan.



Gambar 7. Posisi lampu penerangan jalan
Sumber : Mukhamad Khumaidi Usman 2020

2.5 Solar Tree

Solar Tree merupakan teknologi canggih dengan desain inovatif dan ekonomis. *Solar Tree* pada dasarnya adalah sarana dekoratif untuk menghasilkan listrik terbarukan. *Solar Tree* berbentuk pohon seperti bangunan dan panel-panel surya yang disusun sebagai daun di cabang-cabang pohon energi. Ini seperti pohon alami tetapi dengan panel surya bukan daun. *TREE* singkatan dari T = *Tree generating* (Pohon pembangkit) R = *Renewable* (Terbarukan) E = *Energy* (Energi) dan E = *Electricity* (Listrik)” (Advic V,2013). Gagasan tentang *Solar Tree* muncul untuk menghindari penggunaan ruang atas atap bangunan atau penggunaan ruang lahan penuh yang dapat dimanfaatkan untuk perkebunan atau pertanian. *Solar Tree* ini menggunakan modul PV (panel fotovoltaik) yang dipasang di tiang tinggi dengan struktur seperti cabang yang berbeda, sehingga struktur tersebut akan terlihat seperti pohon. Pohon itu dikelilingi oleh pola *phyllotaxy* spiral seperti yang ditemukan di pohon alami.

Solar Tree merupakan konstruksi logam yang menyerupai pohon asli dimana panel surya diletakkan di atas “cabang” yang berbeda sehingga tidak menimbulkan bayangan di panel yang lain. Semua panel pada *Solar Tree* diatur sedemikian rupa sehingga pohon mampu menangkap sinar matahari sepanjang hari, terlepas dari posisi matahari. Struktur tiga dimensi *Solar Tree* dapat meningkatkan luas permukaan total untuk menangkap sinar matahari. Konsumsi area yang dibutuhkan untuk pemasangan adalah sekitar 1% dari luas lahan yang dibutuhkan dalam sistem PV umum[7]. Tujuan dari konsep pohon surya adalah

- Untuk meningkatkan kesadaran warga tentang energi terbarukan dan berkelanjutan.
- Untuk meningkatkan persepsi masyarakat tentang teknologi fotovoltaik surya dengan membuatnya estesis.
- Untuk meningkatkan efisiensi sistem PV surya menggunakan struktur tiga dimensi yang mereplikasi pohon alami.
- Untuk mengurangi lahan yang dibutuhkan untuk memanfaatkan energi matahari [8].

2.6 Sun Peak Hour

Dari data intensitas matahari yang diambil di 18 lokasi di Indonesia, sumber energi matahari di Indonesia mempunyai

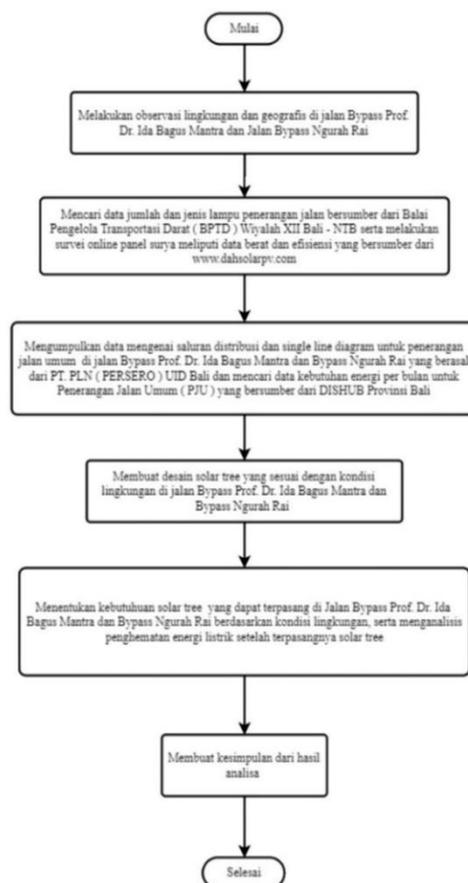
intensitas radiasi sekitar 4,8 kWh/m²/hari serta wilayah Bali mempunyai intensitas radiasi diatas rata-rata yaitu 5,263 kWh/m²/hari, dimana angka tersebut lebih tinggi dari intensitas rata-rata di Indonesia[9].

3. METODE PENELITIAN

Lokasi dari penelitian ini dilaksanakan pada Jalan Bypass Ngurah Rai. yang menghubungkan akses antar wilayah dari Kota Denpasar serta Kabupaten badung. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Februari 2022 hingga Juli 2022.

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari Dinas Perhubungan Kabupaten Badung dan Balai pengelolaan Transportasi Darat daerah XII Provinsi Bali & Provinsi NTT. Selanjutnya, data-data tersebut diolah menjadi rujukan dalam melakukan penelitian ini.

Jenis data yang diperlukan pada penelitian ini yaitu data beban total lampu penerangan Jalan pada jalan Bypass Ngurah Rai, data jumlah, serta tipe lampu PJU di Jalan Bypass Ngurah Rai dan juga Data jenis serta berat panel surya.

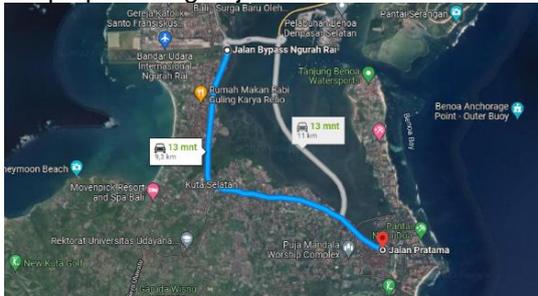


Gambar 8. Diagram Alir Penelitian *Solar Tree*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Jalan Bypass Ngurah Rai

Jalan Bypass Ngurah Rai merupakan jalan Nasional, memiliki panjang jalan yaitu 9,4 km terhitung dari arah Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai sampai dengan Nusa Dua (Kantor Daihatsu Ngurah Rai (ASTRA) sampai Tugu Mandala). Pada Jalan Bypass Ngurah Rai ini akan dipasang *Solar Tree* agar dapat menyuplai 297 buah lampu penerangan jalan.



Gambar 9. Peta Jalan Bypass Ngurah Rai

4.2 Jenis Panel Surya

Jenis panel surya yang akan digunakan terlebih dahulu dilakukan survey *online* di website www.dahsolarpv.com, survey yang dilakukan berdasarkan berat dari panel surya yang kurang lebih atau sama dengan 25 kg. Tabel 1 merupakan Hasil survey untuk panel surya yang akan digunakan pada penelitian ini.

Tabel 1. Jenis Panel Surya

No	Type	Max Power (watt)	Berat (kg)	Max Module Efficiency STC (%)
1	Bifacial Mono Perc DAH Mono DHM-72X10/BF-525-560W	560	29	21,67
2	Mono Perc DHM-72X10 525-560W	560	29	21,67
3	Mono1/3 Cut Low Current DHT-M72X10-520-560W	560	29	21,67
4	Mono Double Glass DHM-72X10/DG-525-555W	555	31,5	21,42
5	Mono Perc DHM-72X10-520w-550W	550	29	21,3
6	Bifacial Mono Perc DAH Mono DHM-72X10/BF-520-550W	550	28	21,52
7	Mono Perc DHM-66X10-475w-505W	505	26,5	21,27
8	Mono Perc DHM-60X10 450-470W	470	23,9	21,78
9	Mono Full Screen DHM-60X10FS 450-470W	470	23,8	21,78
10	Mono1/3 Cut Low Current Full-Screen DHT-M60X10 450-470W	470	23,5	21,78
11	Mono Full Screen /FSM-60X10-430-460W	460	24	21,24
12	Mono Perc DHM-60X10-430w-460W	460	24	21,24
13	Bifacial Mono Perc DHM-72L9/BF-430-460W	460	23,5	21,16
14	Mono DHM-72L9 430w-460W	460	23,5	21,16
15	Half Cell-HCM78X9 435W-445W	445	24,8	20,45
16	Poly Perc DHP-70L9-400w-435W	435	23,5	20,01
17	Mono Perc DHM-54X10 390-420W	420	22	21,51
18	Mono Full Screen DHM-54X10/FS 390-420W	420	22	21,51
19	Half Cell-HCM72X9 400W-415W	415	23	20,63
20	Half Cell-HCP78X9 395W-400W	400	24,3	19,07
21	Mono Perc DHM-60L9-360w-390W	390	20	21,41
22	HCP72X9-360-385W	385	22,4	19,14
23	Poly Perc DHP60L9-335w-360W	360	20	19,76
24	HCM60X9-330W Full Black	345	19	20,45
25	Half Cell-HCM60X9 325W-345W	345	19	20,42
26	Poly Solar Panel 72cells Serial 315/320/325/330W	330	-	17,02

4.3 Spesifikasi tiang penyangga

Tiang PJU oktagonal dengan pelindung galvanis, tiang ini dipilih karena mudah didapatkan dipasaran dan sesuai dengan SNI 7391-2008 dan juga tahan terhadap korosi.



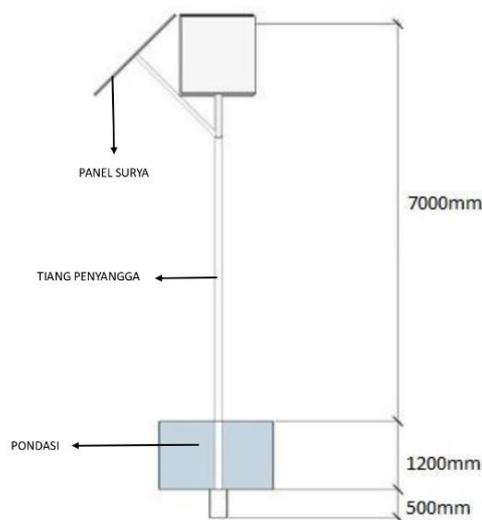
Gambar 10. Tiang Oktagonal

Spesifikasi tiang :

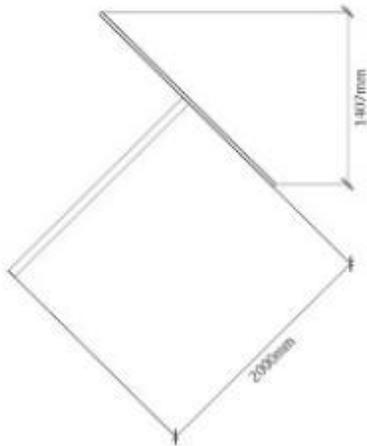
- Bahan : Galvanise
- Bentuk tiang : Oktagonal
- Umur pakai : ≥ 20 tahun
- Sudut kemiringan : $10^\circ - 15^\circ$
- Diameter tiang : 4 – 6 inch
- Pondasi tiang : beton (K-250)

4.4 Desain Solar Tree

dilihat dari karakteristik pada Jalan Bypass Ngurah Rai serta hasil peninjauan lapangan guna mengetahui kondisi jalan, Diperoleh ukuran tiang setinggi 7 meter diatas permukaan tanah, dan memperoleh pondasi sedalam 1,7 meter dibawah permukaan tanah, serta panjang tiang untuk cabang *solar tree* sepanjang dua meter dari tiang penopang. Gambar 11 serta Gambar 12 merupakan gambaran Perspektif tiang tampak samping dan tiang *solar tree*



Gambar 11. Gambar perspektif tiang tampak samping



Gambar 12. Perspektif tiang solar tree

Berdasarkan dari ukuran tiang pada gambar, *phyllotaxy* dan budaya di Bali, penulis memilih 2 bentuk *solar tree* yang akan digunakan pada Jalan Bypass Ngurah Rai dengan nama bentuk Tedung serta bentuk Kayon, contohnya pada Gambar 13 dan Gambar 14



Gambar 14. Bentuk Kayon

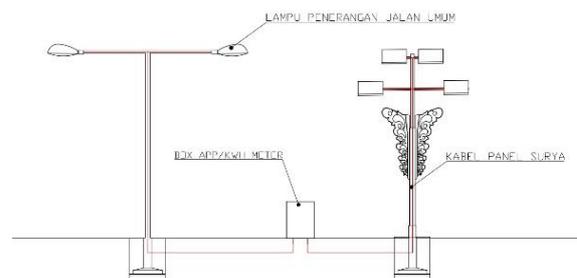
Bali secara geografis terletak pada titik koordinat $8^{\circ} 3' 38'' - 8^{\circ} 50' 56''$ Lintang Selatan. Maka untuk mengoptimalkan potensi PLTS, panel surya akan menghadap ke arah Utara dengan sudut kemiringan sebesar $16,3^{\circ}$ menghadap ke arah Utara.

Kondisi geografis dimana terdapat ruang terbuka pada Jalan Bypass Ngurah Rai maka desain terbaik yaitu desain Kayon dan Tedung dengan empat panel. Alasan dipilihnya desain Kayon dan Tedung adalah karena panel surya yang menghadap arah yang sama sehingga dapat memaksimalkan potensi panel surya.

Solar Tree direncanakan memakai *on grid system*, listrik yang diperoleh akan dialirkan langsung ke KWH Meter/Box APP milik PLN yang terdekat melalui jalur *underground* seperti pada Gambar 15

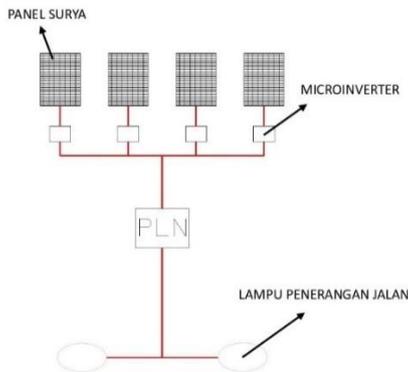


Gambar 13. Bentuk Tedung



Gambar 15. Aliran listrik *Solar Tree* ke sistem PLN

Aliran Listrik dari masing- masing panel surya menuju ke masing-masing *microinverter* lalu disambungkan ke PLN dengan menggunakan sistem *on grid* dapat dilihat pada Gambar 16



Gambar 16. Rangkaian listrik dari *Solar Tree on grid*

4.5 Perhitungan Kebutuhan Panel Surya Untuk *Solar Tree*

Solar Tree sebagai catu daya penerangan jalan umum ditujukan untuk penghematan dari penggunaan listrik di Jalan Bypass Ngurah Rai. Dari hasil *survey online* www.dahsolarpv.com panel surya yang dipilih dengan spesifikasi yaitu:

Tipe : *Mono Full Screen*
 Max power : 420 watt
 Dimensi : 1722 x 1134 x 32 mm
 Berat : 22 kg
 Cell type : *Mono 182x91 mm*
 Efisiensi : 21,51 %

Umur oprasional : 25 sampai 30 tahun

Setelah ditentukannya jumlah panel surya untuk 1 buah tiang *solar tree* yaitu 4 buah, maka diperoleh daya maksimal yang dihasilkan oleh satu *solar tree* yaitu:

Daya dihasilkan *solar tree* = 420 watt x4
 Daya dihasilkan *solar tree* = 1680 watt

Penggunaan inverter pada *solar tree* menggunakan jenis *microinverter* yang akan terpasang pada masing *masing* panel surya. *Microinverter* yang dipilih yaitu bertipe *microinverter ongrid 1 phase hoymiles HMS 500*, dengan spesifikasi sebagai berikut :

Input (DC)
 Daya modul (watt) : 400 – 670
 Max input voltage : 65 v
 Max input current : 16 A
 Output (AC)
 AC output power : 500 VA

Efficiency
 Max efficiency : 96,5%

4.6 Lokasi Penempatan *Solar Tree*

Hasil survei yang telah dilakukan pada Jalan Bypass Ngurah Rai ditinjau dari jumlah ID pelanggan yang berada sepanjang persimpangan tersebut, serta lokasi antara persimpangan yang akan dipasang *solar tree*, maka diketahui lokasi terbaik untuk pemasangan *solar tree* adalah pada pembatas jalan tengah antara lajur kanan dan kiri. Alasan lokasi tersebut digunakan karena memiliki wilayah yang terdapat sedikit pepohonan, cukup jauh dari ruas jalan, dan tidak mengganggu arus lalu lintas karena tidak menghalangi lampu lalu lintas. *Solar tree* nantinya akan dihubungkan ke *box APP/kWh Meter* yang paling dekat dengan lokasi pemasangan.

Berdasarkan hasil survei jumlah tiang lampu ganda di Jalan Bypass Ngurah Rai, serta dilihat dari lokasi persimpangan yang akan dipasang *solar tree* maka diperoleh jumlah *solar tree* yang diperhitungkan.

Jumlah lampu penerangan jalan yang terdapat pada Jalan Bypass Ngurah Rai (arah bandara Ngurah Rai ke arah nusa dua) adalah sebanyak 297 buah lampu penerangan jalan bertipe ganda. Dari jumlah 297 buah lampu dibagi menjadi 17 buah titik persimpangan jalan. dan penghematan energi yang bisa didapatkan setiap bulannya dari penggunaan 17 *solar tree* adalah sebesar 18,69 %

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian *Solar Tree* di Jalan Bypass Ngurah Rai sebagai berikut :

- 1) *Survey online* yang dilakukan memperoleh jenis panel surya dengan efisiensi paling besar dan berat paling ringan yaitu panel surya yang bertipe *Mono Full Screen DHM-54X10/FS 390 ~ 420W* dengan maksimal daya 420 watt, didapatkan perhitungan penggunaan untuk masing-masing *Solar Tree* berisi 4 buah panel surya yang maksimal dayanya 1680 watt.
- 2) Bentuk *Solar Tree* yang paling cocok dengan kondisi jalan Bypass Ngurah Rai yaitu “bentuk Tedung serta bentuk Kayon” yang akan berisi 4 panel pada masing-masing tiangnya.
- 3) Perhitungan jumlah *Solar Tree* yang dipasang, presentase penghematan *cost* listrik yang didapat untuk PJU

pada Jalan Bypass Ngurah Rai adalah sebesar 18,69 %

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azis, L., Hasanuddin, S., & TEHNIK, J. 2020. Instalasi Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (Pjuts) Di Universitas Muhammadiyah Makassar. Digilibadmin.Unismuh.Ac.Id, 1–58. https://digilibadmin.unismuh.ac.id/uplo ad/11987-Full_Text.pdf
- [2] Azmal Harun Arrasyid, Didik Notoedjono, Hasto Subagya. 2017. ANALISIS PERENCANAAN PENERANGAN JALAN UMUM DAN LAMPU TAMAN BERBASIS PHOTOVOLTAIK DI UNIVERSITAS PAKUAN BOGOR. Vol 1, No 1.
- [3] Jodi Bawalo, Meita Rumbayan, Novi Margritje Tulung 2021 PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI RUMAH KEBUN DESA AMMAT KABUPATEN KEPULAUAN TALAUD
- [4] Ferza, Ray. 2020. Inovasi Kebijakan Pengelolaan Penerangan Jalan Umum (PJU) Di Kabupaten Sidoarjo.
- [5] Mukhamad Khumaidi Usman, ANALISIS INTENSITAS CAHAYA TERHADAP ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN PANEL SURYA, Jurnal Power Elektronik, Vol.9, No.2, 2020
- [6] M. Rif'an, Sholeh HP, Mahfudz Shidiq; Rudy Yuwono; Hadi Suyono dan Fitriana S. 2012. Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Jurnal EECCIS Vol. 6, No. 1
- [7] Bernardi, M., Ferralis, N., Wan, J. H., Villalon, R., & Grossman, J. C. 2012. Solar energy generation in three dimensions. *Energy & Environmental Science*, 5(5), 6880-6884.
- [8] Hyder, F., Sudhakar, K., & Mamat, R. 2018. Solar PV tree design: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 1079-1096.
- [9] Anggara, I. W. G. A., Kumara, I. N. S., & Giriantari, I. A. D. 2014. Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 Kw Di Universitas Udayana Bukit Jimbaran. *E-Journal SPEKTRUM Vol. 1, No. 1, 1(1), 118–122.*
- [10] Dah Solar. 2015. *Mono Full Screen DHM-54X10/FS 390 ~ 420W. Tersedia di www.dahsolarpv.com*