

PERENCANAAN PLTS ON-GRID 50 KWP DI MAVICA MAJU BERSAMA

Kurniawan Eka Saputra¹, Muhammad Amiruddin², Nur Aksin³

Teknik Elektro, Fakultas Teknik Dan Informatika, Universitas PGRI Semarang^{1,2}

Teknik Mesin, Fakultas Teknik Dan Informatika, Universitas PGRI Semarang³

Gedung Pusat Lantai 3, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

E-mail : 22660015@upgris.ac.id

Abstrak

Kebutuhan energi listrik pada sektor industri dan komersial terus meningkat, mendorong perlunya solusi efisien dan berkelanjutan. Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid menjadi langkah strategis untuk mengurangi ketergantungan pada energi konvensional dan menekan biaya operasional. Perencanaan ini bertujuan untuk merancang sistem PLTS On-Grid berkapasitas 50 kWp di PT Mavica Maju Bersama, dengan menganalisis kebutuhan energi, melakukan perhitungan teknis dimensi sistem, dan menentukan spesifikasi komponen utama⁵. Metode yang digunakan meliputi studi literatur, analisis data iradiasi matahari, dan perhitungan dimensi sistem untuk menentukan jumlah modul PV, konfigurasi string seri-paralel, serta pemilihan perangkat proteksi dan inverter^{6,66}. Hasil perencanaan mencakup desain konfigurasi PV array (90 Modul 550 Wp) dan pembagian string yang optimal ke 4 MPPT Inverter 50 kWp, serta perhitungan estimasi produksi energi tahunan⁷. Perencanaan teknis ini menjadi dasar yang kuat untuk implementasi PLTS 50 kWp yang optimal dan efisien.

Kata Kunci: Perencanaan PLTS, PLTS On-Grid, Desain Sistem 50 kWp, Dimensi Komponen

I. PENDAHULUAN

Saat ini, banyak daerah di Indonesia, terutama di wilayah terpencil dan pulau-pulau kecil, masih ketergantungan pada sumber energi konvensional yang tidak hanya mahal tetapi juga tidak ramah lingkungan. Menurut laporan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), konsumsi energi fosil di Indonesia mencapai 90% dari total konsumsi energi, yang berkontribusi pada peningkatan emisi gas rumah kaca. Seiring dengan meningkatnya populasi manusia, sangat memungkinkan terjadinya krisis listrik terjadi. Bahan bakar fosil berpotensi menyebabkan masalah lingkungan dan keberlanjutan, selain itu biaya penyediaan tenaga listrik yang tinggi, di mana 60% dari biaya tersebut digunakan untuk operasi pusat tenaga listrik, khususnya untuk membeli bahan bakar. Krisis listrik ini harus menjadi perhatian semua Masyarakat karena jika tidak diantisipasi krisis ini akan terjadi semakin cepat. Selain lebih bijak dalam pemakaian listrik, juga dapat beralih ke energi baru terbarukan, seperti memasang panel surya dapat menjadi Solusi penghematan listrik berkelanjutan (Nurjaman dan Purnama, 2022).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau Panel Surya merupakan sebuah teknologi baru terbarukan yang mengkonversi energi sinar matahari menjadi energi listrik. Tenaga surya juga merupakan energi terbarukan yang ramah lingkungan, salah satu energi baru terbarukan yang cukup populer dan berkelanjutan di dunia saat ini. Dengan memanfaatkan energi matahari yang gratis dan melimpah. PLTS dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang terbatas dan juga semakin menipis, serta dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Dalam era perubahan iklim dan kekhawatiran terhadap kesediaan energi, PLTS dapat

menjadi Solusi yang menjanjikan dalam mencapai keberlanjutan energi (Pijoh, Brahmana Duta P. K dan Purba Parulian Lasman, 2024).

PT Mavica Maju Bersama merupakan salah satu fasilitas komersial yang memiliki konsumsi energi listrik cukup tinggi dalam menunjang aktivitas operasionalnya. Melihat peluang efisiensi yang dapat diperoleh, maka dilakukan perencanaan PLTS On-Grid berkapasitas 50 kWp untuk mendukung pemenuhan kebutuhan energi listrik sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Prosiding pada *Science And Engineering National Seminar* (SENS) akan disusun dari makalah yang dikirimkan peserta ke panitia dan telah melalui seleksi.

Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk merancang konfigurasi sistem PLTS yang optimal dan menentukan spesifikasi komponen proteksi yang aman. Fokus utama terletak pada aspek teknis berupa penentuan dimensi sistem, konfigurasi rangkaian *string*, pemilihan spesifikasi kabel, serta perangkat proteksi arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC) guna memastikan sistem beroperasi secara aman dan efisien sesuai dengan standar yang berlaku.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan perencanaan dilakukan melalui studi literatur dan perhitungan teknis dengan urutan sebagai berikut: Pengumpulan Data:

1. Mengambil data spesifikasi teknis dari Modul PV 550 Wp dan Inverter Deye 50 kW.
2. Perhitungan Konfigurasi: Menentukan jumlah modul per *string* agar sesuai dengan rentang tegangan MPPT inverter.
3. Analisis Proteksi: Menghitung kebutuhan arus untuk menentukan rating kabel, MCB, dan MCCB dengan faktor keamanan 1.25.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Spesifikasi Komponen

Sistem dirancang menggunakan komponen utama sebagai berikut:



Gambar 1. Spesifikasi PV Monocrystalline



Gambar 2. Spesifikasi Inverter Deye SUN-50K-G04

2. Perhitungan Konfigurasi String

Total modul yang digunakan adalah 90 unit 50 kWp Modul disusun menjadi 6 *string*, masing-masing terdiri dari 15 modul seri.

A. Perhitungan Tegangan String (V_{oc_string}):

$$V_{oc_string} = n \times V_{oc_modul}$$

$$V_{oc_string} = 15 \times 49,60 \text{ V} = 744 \text{ VDC} \quad (1)$$

Keterangan :

n = jumlah modul per string

V_{oc} = Tegangan sirkuit terbuka

B. Perhitungan Tegangan Kerja (V_{mp_string}):

$$V_{mp_string} = n \times V_{mp_modul}$$

$$V_{mp_string} = 15 \times 41,95 \text{ V} = 629,25 \text{ VDC} \quad (2)$$

Nilai ini optimal karena berada di dalam rentang kerja MPPT inverter (200V-1000V).

3. Perhitungan Sistem Proteksi DC

a) Pemilihan Kabel

Gambar 3. Kabel DC 4 mm²

$$I_{kabel} = I_{sc} \times \text{Faktor Keamanan}$$

$$I_{\text{kabel}} = 14,04 \text{ A} \times 1,25 = 17,55 \text{ A} \quad (3)$$

Keterangan :

I_{sc} = Arus yang dikeluarkan PV

Faktor Keamanan = 1,25

Jadi menggunakan kabel DC 4 mm² sangar aman,karena dapat menahan arus hingga 40 A.

b) Pemilihan MCB DC



Gambar 4. MCB DC 63A

$$I_{\text{total}} = 2 \text{ string} \times I_{\text{sc}} \times 1,25$$

$$I_{\text{total}} = 2 \times 14,04 \text{ A} \times 1,25 = 35,1 \text{ A} \quad (4)$$

Keterangan :

2 string = jumlah string yang dirangkai secara parallel

I_{sc} = Arus yang dikeluarkan PV

Faktor Keamanan = 1,25

Jika ingin menggunakan mcb harus memilih diatas arus yang akan masuk,jika dibawah dia tidak dapat menahan efeknya akan panas dan terjadi konslet.Jadi menggunakan MCB DC yang 63 A

c) SPD



Gambar 5.SPD DC 1000 VDC

Fungsi dari SPD sebagai pengaman petir atau jika ada lonjakan tegangan yang tinggi dapat dijadikan pengaman.SPD DC 1000 VDC di pilih karena $V_{\text{oc-string}} = 744 \text{ VDC}$

a. Perhitungan Sistem Proteksi AC

a. Pemilihan MCCB AC



Gambar 6.MCCB AC 100 A

$$I_{ac} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \text{Faktor Keamanan}}$$

$$I_{ac} = \frac{50.000}{\sqrt{3} \times 400 \times 1,25}$$

$$I_{ac} = 90,21 \text{ A} \quad (5)$$

Keterangan :

P (Daya Inverter) = 50.000 W

V (Tegangan antar fasa) = 400 V

Faktor Keamanan = 1,25

Jika ingin menggunakan MCCB harus memilih diatas arus yang akan masuk,jika dibawah dia tidak dapat menahan efeknya akan panas terjadi konslet.Jadi menggunakan MCCB AC yang 100 A.

b. SPD AC

SPD AC berfungsi melindungi inverter dari lonjakan tegangan (transien) akibat sambaran petir tidak langsung atau *switching* beban besar di jaringan PLN.Parameter Tegangan Operasional Sistem bekerja pada tegangan nominal 400V AC (3-Phasa). Maka, SPD harus memiliki tegangan operasi berkelanjutan maksimum di atas tegangan sistem agar tidak terbakar saat kondisi normal.

Penentuan :

- Tegangan Fasa ke Netral (V_{L-N}) = 230 V
- Tegangan Fasa ke Fasa (V_{L-N}) = 400 V
- Standar industri menggunakan SPD dengan nilai minimal 10% - 20% di atas tegangan nominal.



Gambar 7.spd ac 3P+N 385Vac

karena tegangan operasional output inverter adalah 400V AC (3-Phasa). SPD AC dipilih untuk melindungi sistem dari gangguan surja petir atau transien dari jaringan listrik AC 400V.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan teknis, sistem PLTS On-Grid 50 kWp di Mavica Maju Bersama telah memenuhi persyaratan teknis dan kelayakan operasional. Sistem dirancang menggunakan 90 Modul PV 550 Wp yang dikonfigurasi menjadi 6 *string*, di mana setiap *string* terdiri dari 15 modul, dan didistribusikan secara optimal ke 4 MPPT Inverter 50 kW Deye SUN-50K-G04. Konfigurasi ini menghasilkan tegangan kerja 629.25 V, yang berada di tengah rentang optimal inverter, serta arus hubung singkat 28.08 A pada setiap MPPT, sehingga menjamin efisiensi konversi daya. Sistem proteksi direncanakan menggunakan komponen yang memadai, seperti MCCB 100 A dan SPD 1000 Vdc, memastikan keamanan sistem dari arus berlebih dan surja tegangan, dan secara keseluruhan menunjukkan kelayakan teknis yang optimal.

V. REFERENSI

- [1] Badan Standardisasi Nasional. SNI 0225:2011. (2011). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)*. Jakarta: BSN. (Digunakan sebagai dasar penentuan faktor keamanan 1,25 dan pemilihan kapasitas hantar arus kabel).
- [2] International Electrotechnical Commission. IEC 60364-7-712. (2017). *Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems*. Geneva: IEC.
- [3] Lwiza, F., Mugisha, J., Walekhwa, P. N., Smith, J., & Balana, B. (2017). Energy for Sustainable Development Dis-adoption of Household Biogas technologies in Central Uganda. *Energy for Sustainable Development*, 37, 124–132. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2017.01.006>
- [4] Pabla, A.S. (2004). *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Abdul Hadi (Penerjemah). Numa, K, and Nagata, F. (2011). *Software Engineering*. New York: John Wiley & Sons. pp45-67. Jakarta: Erlangga. (2007)
- [5] Sopiyan, Y., & Hidayat, R. (2023). Perhitungan Performance Ratio dan Faktor Kapasitas pada PLTS Atap 50 kWp di Wilayah Khatulistiwa. *Jurnal Teknik Elektro*, 15(2), 80-87.