

**DAMPAK INTERMITTENCY PLTS 2 MWP SUMALATA ON GRID
TERHADAP KUALITAS DAYA PADA SISTEM DISTRIBUSI**

OLEH:

APRIAN MOKOAGOW

NIM : T2118006

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Program Studi Teknik Elektro di Fakultas Teknik



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO

2022

HALAMAN PENGESAHAN
DAMPAK INTERMITTENCY PLTS 2 MWP SUMALATA ON GRID
TERHADAP KUALITAS DAYA PADA SISTEM DISTRIBUSI

OLEH:
APRIAN MOKOAGOW
NIM : T2118006

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana
Program Studi Teknik Elektro di Fakultas Teknik, Skripsi ini telah disetujui oleh
Tim pembimbing pada tanggal seperti yang tertera dibawah ini
Gorontalo, 30 April 2022

Pembimbing I



Muammar Zainuddin, ST., MT.

NIDN: 0906018701

Pembimbing II



Amelya Indah Pratiwi, ST., MT.

NIDN: 0907028701

HALAMAN PERSETUJUAN
DAMPAK INTERMITTENCY PLTS 2 MWP SUMALATA ON GRID
TERHADAP KUALITAS DAYA PADA SISTEM DISTRIBUSI

Oleh :

APRIAN MOKOAGOW

T21 18 006

Gorontalo, 30 April 2022
Diperiksa Oleh Panitia Ujian Strata Satu (S1)
Universitas Ichsan Gorontalo

- | | | |
|-------------------------------------|-----------------|---|
| 1. Frengki Eka Putra Surusa, ST.,MT | (Penguji I) |  |
| 2. Steven Humena, ST.,MT | (Penguji II) |  |
| 3. Sjahril Botutihe, ST.,MT | (Penguji III) |  |
| 4. Muammar Zainuddin, ST.,MT | (Pembimbing I) |  |
| 5. Amelya Indah Pratiwi, ST., MT | (Pembimbing II) |  |

Mengetahui



Dekan Fakultas Teknik

Amru Siola, ST., MT

NIDN. 0922027502



Ketua Program Studi

Frengki Eka Putra Surusa, ST.,MT

NIDN. 0906018504

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aprian Mokoagow

NIM : T2118006

Kelas : Reguler

Program studi : Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa

1. Karya tulis saya (skripsi) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana) baik di Universitas Ichsan Gorontalo maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan dari pihak lain kecuali arahan dari tim pembimbing .
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai acuan dalam naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma yang berlaku di Universitas Ichsan Gorontalo.



Gorontalo, 30 April 2022

APRIAN MOKOAGOW

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT, atas berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga Proposal ini dapat terselesaikan dengan lancar dan tepat waktu. Adapun penyesuaian proposal ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Icsan Gorontalo. Penulis menyadari begitu banyak hambatan dan tantangan yang ditemui namun melalui bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak maka penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi/tugas akhir ini sebagaimana yang diharapkan. Untuk itu perkenankanlah penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dra. Hj. Juriko Abdussamad, M.Si, selaku Ketua Yayasan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Teknologi (YPIPT) Icsan Gorontalo.
2. Bapak DR. Abdul Gaffar Latjoke, M.Si, selaku Rektor Universitas Icsan Gorontalo.
3. Kedua Orang Tua saya yang bisa senantiasa memberikan dorongan, motivasi dan bantuan material selama proses perkuliahan sampai saat sekarang
4. Bapak Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro
5. Bapak/Ibu Dosen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Icsan Gorontalo.
6. Muammar Zainuddin, ST., MT selaku Pembimbing I

7. Amelya Indah Pratiwi, ST., MT selaku Pembimbing II
8. Teman-teman yang selalu membantu dan mendukung saya

Akan menjadi sesuatu yang sangat berarti guna menyempurnakan proposal ini bila kritik dan saran disampaikan pada penulis. Semoga Allah SWT yang membalas budi baik dan kerelaan saudara.

Gorontalo, April 2022



Aprian Mokoagow

ABSTRACT

APRIAN MOKOAGOW. T2118006. THE IMPACT OF INTERMITTENCY OF ON-GRID 2MWP SUMALATA SOLAR POWER PLANT ON THE POWER QUALITY IN THE DISTRIBUTION SYSTEM

Intermittency is one of the things affecting the power quality system in Solar PowerPlants where the power supply and the resulting voltage are erratic due to the impact of the intensity of the sun. This study uses data on solar radiation and paneltemperature for six days in 2021 sourced from On-Grid 2MWP Sumalata Solar Power Plant. The results of this study are based on changes in solar radiation andpanel temperature on the power quality of the On-Grid 2MWP Sumalata Solar Power Plant simulated using ETAP 19.0 software. Based on the maximum output value of the PV system connected to the grid, the solar radiation is 1000 W/m² andthe panel temperature is 50. It can produce an output of 2,000 kW and a voltage of 100 V%. The lowest solar radiation is 151.7 W/m² and the panel temperature is 30. It produces an output power of 0.023 kW and a voltage of 98.14 V%. The results of the simulation analysis indicate that the higher the solar radiation, the higher the output. The lower the solar radiation, the lower the output power value. Similarly, in terms of voltage, the higher the solar radiation value, the higher the voltage value. The lower the solar value, the lower the voltage value. Unlike the case with power losses. The higher the solar radiation, the lower the value of powerlosses. The lower the solar radiation, the higher the value of power losses.

Keywords: solar radiation, panel temperature, ETAP 19.0, PLTS, power quality, voltage, power losses



ABSTRAK

APRIAN MOKOAGOW. T2118006. DAMPAK INTERMITTENCY PLTS 2 MWP SUMALATA ON GRID TERHADAP KUALITAS DAYA PADA SISTEM DISTRIBUSI

Intermittency adalah salah satu hal yang berpengaruh pada sistem kualitas daya pada PLTS yang dimana suplai daya dan tegangan yang dihasilkan tidak menentu karena adanya pengaruh intensitas matahari. Penelitian ini menggunakan data radiasi matahari dan suhu panel selama 6 hari pada tahun 2021 yang bersumber pada PLTS On Grid 2MWP Sumalata. Hasil penelitian ini berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu panel terhadap kualitas daya PLTS On Grid 2 MWP Sumalata yang disimulasikan menggunakan *software* ETAP 19.0. Sesuai nilai *output* maksimal dari sistem PV yang terhubung ke grid radiasi matahari 1000 W/m^2 dan suhu panel 50°C . dapat menghasilkan output 2,000 kW dan tegangan mencapai 100 V% sedangkan radiasi matahari terendah $151,7 \text{ W/m}^2$ dan suhu panel 30°C menghasilkan daya *output* 0,023 kW dan tegangan 98,14 V%. dimana hasil analisa disimulasi tersebut dapat disimpulkan semakin tinggi radiasi matahari maka semakin tinggi *output*, semakin rendah radiasi matahari maka semakin rendah nilai daya *output*. Sama halnya dengan tegangan semakin tinggi nilai radiasi matahari maka, semakin tinggi nilai tegangan, semakin rendah nilai matahari maka semakin rendah nilai tegangan. Berberda halnya dengan rugi-rugi daya. Semakin tinggi radiasi matahari maka semakin rendah nilai rugi-rugi daya, semakin rendah radiasi matahari maka semakin tinggi nilai rugi-rugi daya.



Kata kunci: radiasi matahari, suhu panel, ETAP 19.0, PLTS, kualitas daya, tegangan, rugi-rugi daya.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL

HALAMAN PENGESAHANi

HALAMAN PERSETUJUAN.....ii

LEMBAR PERNYATAANiii

KATA PENGANTAR.....iv

ABSTRACT.....vi

ABSTRAK.....vii

DAFTAR ISI.....viii

DAFTAR TABELx

DAFTAR GAMBAR.....xi

BAB I : PENDAHULUAN.....1

1.1 Latar Belakang1

1.2 Rumusan Masalah3

1.3 Tujuan Penelitian3

1.4 Batasan Masalah4

1.5 Manfaat Penelitian4

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA5

2.1 Tinjauan Pustaka5

2.2 Dasar Teori8

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN31

3.1 Kerangka Konsep Penelitian.....31

3.2	Objek Penelitian/ Alat dan Bahan	32
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	32
3.4	Tahapan Alur Penelitian	32
3.5	<i>Flowchart</i> Alur Penelitian	37
BAB IV : Hasil Dan Pembahasan.....		38
4.1	Profil Pembangkit Listrik tenaga surya 2 MWP Sumalata ON Grid	38
4.2	Simulasi Perubahan Radiasi Matahari dan Suhu Terhadap Produksi Daya Listrik Pada PLTS (Grup 1; 34 Inverter; 1 MW)	39
4.3	Produksi Daya Listrik PLTS Yang Di Injeksikan Kedalam Grid Terhadap Tegangan Grid	64
4.4	Analisi rugi-rugi daya berdasarkan perubahan radiasi matahari	88
BAB V : PENUTUP		98
5.1	Kesimpulan	98
5.2	Saran	100

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal (16-10-2021)	39
Tabel 4.2 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal (17-10-2021)	43
Tabel 4.3 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal (18-10-2021)	47
Tabel 4.4 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal (19-10-2021)	51
Tabel 4.5 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal (20-10-2021)	55
Tabel 4.6 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal 24-10-2021)	59
Tabel 4.7 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal 16-10-2021)	64

Tabel 4.8 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal 17-10-2021)	67
Tabel 4.9 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal 18-10-2021)	71
Tabel 4.10 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal 19-10-2021)	74
Tabel 4.11 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal 16-10-2021)	79
Tabel 4.12 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal 16-10-2021)	83
Tabel 4.13 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, terhadap rugi-rugi daya. (tanggal 16-10-2021).....	88
Tabel 4.14 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, terhadap rugi-rugi daya. (tanggal 17-10-2021).....	88
Tabel 4.15 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, terhadap rugi-rugi daya. (tanggal 18-10-2021).....	90
Tabel 4.16 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, terhadap rugi-rugi daya. (tanggal 19-10-2021).....	93

Tabel 4.17 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, terhadap rugi-rugi daya. (tanggal 20-10-2021).....	95
Tabel 4.18 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, terhadap rugi-rugi daya. (tanggal 24-10-2021).....	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Modul/Panel Surya	9
Gambar 2.2 Jenis Panel Surya <i>Mono-Crystalline</i>	10
Gambar 2.2 Jenis Panel Surya <i>Poly-Crystalline</i>	10
Gambar 2.2 Jenis Panel Surya <i>Thin Film Photovoltaic</i>	11
Gambar 2.3 Karakteristik Kurva Sel Surya	12
Gambar 2.4 Inverter	16
Gambar 2.5 Jenis Inverter <i>Grid Tie</i>	17
Gambar 2.5 Rangkaian Inverter Jenis <i>Grid forming, Grid supporting,</i> <i>Grid following</i>	19
Gambar 2.6 <i>Maximum Power Point Tracking (MPPT)</i>	20
Gambar 2.7 Transformator Step Up	21
Gambar 2.11 Jaringan Radial Tipe Pohon	26
Gambar 2.11 Jaringan Radial Dengan <i>Tie Switch</i> Pemisah	26
Gambar 2.11 Jaringan Radial Dengan Pembagian Fasa Area	27
Gambar 2.11 Jaringan Radial Tipe Pusat Beban	28
Gambar 3.2 Blok Diagram Singeline Sistem PLTS 2 MWP Sumalata	34
Gambar 4.1 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	41
Gambar 4.2 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	42
Gambar 4.3 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	43

Gambar 4.4 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	45
Gambar 4.5 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	46
Gambar 4.6 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	47
Gambar 4.7 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	49
Gambar 4.8 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	50
Gambar 4.9 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	51
Gambar 4.10 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	53
Gambar 4.11 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	54
Gambar 4.12 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	55
Gambar 4.13 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	57
Gambar 4.14 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	58

Gambar 4.15 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	59
Gambar 4.16 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	61
Gambar 4.17 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	62
Gambar 4.18 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	63
Gambar 4.19 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	65
Gambar 4.20 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	66
Gambar 4.21 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	67
Gambar 4.22 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	69
Gambar 4.23 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	70
Gambar 4.24 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	71
Gambar 4.25 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	73

Gambar 4.26 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	74
Gambar 4.27 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	75
Gambar 4.28 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	77
Gambar 4.29 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	78
Gambar 4.30 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	79
Gambar 4.31 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian	81
Gambar 4.32 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian.....	82
Gambar 4.33 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian.....	83
Gambar 4.34 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian.....	85
Gambar 4.35 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian.....	86
Gambar 4.36 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian.....	87

Gambar 4.37 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian.....	89
Gambar 4.38 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian.....	91
Gambar 4.39 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian.....	93
Gambar 4.40 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian.....	95
Gambar 4.41 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian.....	97
Gambar 4.42 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian.....	99

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT) sangat memberikan dampak yang sangat besar untuk kelistrikan di Indonesia, walaupun pembangkitan energi baru terbarukan ini belum mampu menggeser pembangkit konvensional namun dengan adanya alternatif ini bisa mengurangi pembangkitan listrik yang berbahan bakar fosil. Oleh karena itu tidak meragukan lagi pembangkit (EBT) ini bisa menggantikan pembangkit yang berskala besar yang menggunakan bahan bakar fosil[1].

Sumber energi baru terbarukan adalah salah satu energi yang ramah lingkungan dan bermanfaat dengan jangka waktu yang panjang, salah satu pembangkit listrik yang dari energi baru terbarukan adalah energi surya *photovoltaic* (PV). Energi surya adalah energi surya yang tidak memiliki karbon karena bebas dari polusi dan relatif dapat secara gratis. Prinsip kerja dari pembangkit listrik tenaga surya bekerja mengubah cahaya atau radiasi matahari menjadi listrik [1]. Untuk meningkatkan efisiensi konversi energi listrik pada *photovoltaic* dapat menggunakan *maximum power point tracking* (MPPT) sehingga daya listrik dapat dipertahankan sesuai titik maksimumnya. Agar dapat menghasilkan keluaran daya yang maksimum sistem *photovoltaic* membutuhkan alat *boost converter* yang terhubung dengan *grid-connected inverter*[1].

Sistem pembangkitan (EBT) ini yang berbasis PLTS adalah alternatif energi yang berkelanjutan dan mudah kita implementasikan sistem ini juga memiliki beberapa keuntungan yaitu lokasi yang fleksibel dekat dengan pusat beban, dan mempunyai bermacam-macam kapasitas dari KW-MW[2].

Pembangkitan listrik tenaga surya ini dapat memberikan dampak positif dalam sistem kelistrikan pada sisi jaringan distribusi, dampak yang diberikan bisa meningkatkan profil tegangan dan bisa mengurangi rugi-rugi daya. Selain itu juga pembangkit listrik tenaga surya ini yang langsung terhubung dengan jaringan distribusi dapat mengantisipasi ketidak seimbangan beban penyulang dan dapat mengurangi fluktuasi aliran daya reaktif dan dapat menaikkan factor daya sehingga dapat meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik [16]. Pada pembangkit listrik tenaga surya yang terhubung *on grid*, *inverter* yang *Grid-connected* dapat menghasilkan tegangan keluaran dan frekuensi dari *inverter* sama dengan tegangan dan frekuensi di *Grid* [1].

PLTS adalah salah satu pembangkit EBT yang memiliki sifat intermittent artinya tidak selalu ada ketika dibutuhkan, hal ini di pengaruhi karena kondisi musim, kelembaban, suhu, pergerakan awan dan kondisi cuaca lainnya, dan juga radiasi matahari yang kapan saja dapat tertutup oleh pergerakan awan tanpa terprediksi. Kondisi ini dapat mempengaruhi daya output pada PLTS yang terinterkoneksi pada system distribusi. Karakteristik *intermittent* yang pada PLTS adalah unit *non-dispatcher* dimana bergantung pada intensitas sinar matahari sehingga dapat diprediksi melalui grafik harian, grafik tersebut

didapatkan melalui radiasi matahari yang ada setiap hari akan tetapi hal itu dapat berubah-ubah sesuai dengan cuaca.

Distribusi daya listrik pada yang tersalur hingga puluhan kilometer dari pusat pembangkit listrik ke pusat beban akan berdampak pada penurunan operasi tegangan dan besarnya rugi-rugi daya. Standar tegangan operasi berada diluar standarnya yang telah di tentukan yaitu +5% atau -5% dari teganga nominalnya. Ada beberapa factor yang mempengaruhi tingginya rugi-rugi daya dan turunnya profil tegangan adalah yaitu : jenis dan panjang penghantar saluran distribusi, tipe bahan, besarnya daya yang terpasang dan factor daya[17].

Dari sekian banyak keunggulan dan keuntungan dari pembangkit (EBT) ini ada juga beberapa kerugiannya dan kelemahannya salah satunya berdampak pada profil tegangan dan rugi-rugi daya pada pembangkit listrik tenaga surya yang terhubung langsung dengan sistem distribusi tenaga listrik. Oleh karena itu dalam penelitian kali ini membahas bagaimana dampak intermittency pembangkit listrik tenaga surya terhadap kualitas daya pada jaringan distribusi pada sistem pembangkitan (EBT) yang berbasis PLTS yang terhubung langsung dengan sistem distribusi tenaga listrik. Agar pembahasan tidak melebar maka penelitian ini dilakukan di salah satu Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang memiliki kapasitas 2 MWP berada di Profinsi gorontalo tempatnya di Kabupaten Gorontalo utara, kecamatan Sumalata timur, desa motihelumo, pembangkit listrik tenaga surya ini sudah beroperasi sejak 2015 sampai dengan sekarang.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan di bahas dalam penelitian ini yaitu bagaimana dampak intermitensi pembangkit listrik tenaga surya terhadap profil tegangan dan rugi-rugi daya pada jaringan distribusi

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Menghitung produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu.
2. Menghitung pengaruh produksi daya listrik yang di injeksikan kedalam Grid Terhadap tegangan Grid
3. Menghitung pengaruh rugi rugi daya akibat masuknya sistem PLTS On Grid ke dalam jaringan distribusi

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasannya tidak semakin meluas maka dibuatlah batasan masalah. Adapun batasan masalahnya sebagai berikut :

1. Rugi-rugi daya yang dihitung terhadap masuknya sistem PLTS on grid kedalam jaringan distribusi
2. Data teknis sistem yang akan digunakan adalah data yang berada dilapangan
3. Produksi daya listrik yang dihitung sesuai dengan cuaca alam

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang di dapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat di jadikan bahan pertimbangan untuk penambahan produksi atau kapasitas PLTS itu sendiri.

2. Sebagai bahan rujukan penelitian mahasiswa yang mengambil sistem tenaga dengan topic Dampak Intermittency PLTS 2 MWP Sumalata On Grid Terhadap Kualitas Daya Pada Sistem Distribusi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peneletian Terdahulu

Sebagai pedoman untuk penelitian ini, maka dibutuhkan beberapa referensi dari penelitian sebelumnya yang terkait tentang pembahasan “Dampak intermitensi pembangkit listrik tenaga surya terhadap tegangan dan rugi-rugi daya pada jaringan distribusi” diantaranya yaitu :

Rajiv k.Varma, Shah arifur Rahman, (2015) dalam jurnalnya memaparkan bahwa pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) atau solar energy dapat memperkurang gas emisi akibat pembangkit listrik yang berbahan bakar fosil. Sistem PLTS tersebut yang terhubung dengan sistem jaringan distribusi listrik banyak memiliki kendala salah satunya kapasitas daya yang di kirim langsung ke jaringan distribusi yang terbatas serta adanya intermitten saat berlangsung pengiriman daya tersebut. *intermittent* adalah salah satu hal yang berpengaruh pada sistem kualitas daya pada PLTS yang dimana suplai daya dan tegangan yang dihasilkan tidak menentu karena adanya pengaruh intensitas matahari yang ada dalam sehari. Hal tersebut membutuhkan banyak komponen untuk mengontrol tegangan agar dapat meningkatkan kualitas tegangan maupun frekuensi dan batas daya yang di distribusikan. Dengan adanya sifat PLTS yang intermitten menyebabkan transient tegangan maupun frekuensi dapat berayun dan cukup lama dapatkan steady statenya[13].

Berdasarkan SPLN 1: 1995 yang menunjukan bahwa operasi tegangan toleransinya +5% dan -10% terhadap tegangan jaringan tersebut, sedangkan

Permen ESDM nomor 4 tahun 2009 menyatakan bahwa frekuensi dengan berdasarkan connection code 3.0 sebesar $50 \pm 0,5$ Hz. Saat dalam keadaan load shedding apabila frekuensi bertahan pada ketentuannya maka pembangkit yang akan fast respond akan masuk untuk memperbaiki frekuensi maupun tegangan yang ada. Ketika PLTS masuk ke jaringan distribusi maka akan terjadi adanya transient tegangan dan frekuensi pada sistem tersebut[17].

Joshua Traube, Fenglong Lu, Dragan Maksimovic, Joseph Mossoba, Matthew Kromer, Peter Faill, Stan Katz, Bogdan Borowy, Steve Nichols, and Leo Casey 2013 menyatakan dalam jurnal penelitiannya bahwa sistem PV memberikan suatu variabilitas yang sangat tinggi pada daya *output*, terutama pada lokasi yang radiasinya yang tidak menentu. Dalam sumber energi baru terbarukan ini sangat terhalang oleh beberapa sifat diantaranya yaitu *intermittent* yang dimana dapat memberikan efek fluktuasi yang tiba-tiba dan signifikan dampaknya ada pada daya *output* sistem PV. PLTS bersifat *intermittent* adalah dimana daya yang di suplai atau tegangan yang dihasilkan yang menuju ke jaringan distribusi tidak menentu karena di pengaruhi oleh radiasi matahari yang ada dalam sehari-hari[14]. Dari hal tersebut dapat mengakibatkan suplai tegangan berubah-ubah dan dapat mempengaruhi kestabilan pada jaringan. Factor-faktor terjadinya *intermittent* bukan hanya ada pada sinar matahari melainkan ada beberapa factor yaitu : ukuran panel surya, spesifikasi, ketinggian awan dan lain sebagainya. Dengan menggunakan inverter dapat memperkecil adanya *intermittent* sebab alat ini dapat meningkatkan energi listrik yang suplai oleh PV. Karakteristik *intermittent*

yang pada PLTS adalah unit *non-dispatcher* dimana bergantung pada intensitas sinar matahari sehingga dapat diprediksi melalui grafik harian, grafik tersebut didapatkan melalui radiasi matahari yang ada setiap hari akan tetapi hal itu dapat berubah-ubah sesuai dengan cuaca setiap harinya[12].

Zainuddin (2017) menerangkan dalam jurnalnya penelitiannya bahwa distribusi tenaga listrik yang cukup panjang dari pusat pembangkit ke beban mengakibatkan terjadinya tegangan menjadi turun dan rugi-rugi daya meningkat. Dalam menyelesaikan masalah tersebut salah satunya langkah adalah mengimplementasikan energi baru terbarukan berbasis potensi daerah adalah menerapkan model pembangkit listrik on-grid.

Provinsi Gorontalo telah membangun PLTS dengan kapasitas 2 MW yang terinterkoneksi langsung dengan jaringan distribusi dengan penyulang LK.01 tepatnya di wilayah kecamatan sumalata kabupaten gorontalo utara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak dari implementasi PLTS on-grid terhadap tegangan dan rugi-rugi daya pada sistem distribusi listrik. dalam penelitian ini dilakukan pada penyulang LI.02, LK.01, dan LA.02 dengan diagram garis tunggal. Melakukan analisis dengan 4 skenario aliran beban aliran beban pada penyulang. Skenario 1 yaitu kondisi penyulang setelah PLTS on-grid (kondisi PLTMH Monganggo isolated). Skenario 2 yaitu kondisi penyulang setelah PLTS on-grid (PLTMH Monganggo *interconnection*). Skenario 3 yaitu kondisi setelah PLTS di gardu induk dan gardu anggrek ang terinterkoneksi ke sistem distribusi (PLMTH Monganggo *interconnection*). Analisis aliran beban dari keempat skenario tersebut menggunakan metode

newton-rapshon. Dengan menggunakan scenario diatas juga dapat menemukan peningkatan kualitas daya dan dapat mengurangi rugi-rugi daya terbaik ada pada scenario 4. Dengan adanya PLTS masuk dalam sistem jaringan distribusi memberi dampak pada jaringan yaitu dapat menaikkan level tegangan nominal pada batas operasi standar jaringan distribusi 20KV[3].

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Modul/Panel Surya

Panel surya adalah suatu perangkat atau komponen utama pada sistem PLTS dengan prinsip kerja mengubah energi surya menjadi energi listrik. Sel surya menghasilkan arus yang kemudian dialirkan ke baterai. Semakin banyak panel surya maka semakin besar konversi tenaga surya. Pada umumnya panel surya dengan ukuran tertentu memberikan hasil tertentu juga. Untuk mendapatkan daya listrik yang maksimum maka permukaan panel surya harus selalu mengarah atau langsung tepapar dengan ke matahari. Pada dasarnya sel yang berada di dalam panel surya berjenis diode yang tersusun atas P – N. Prinsip kerja modul/panel sendiri dapat di uraikan dimana diode ini terdiri dari semi konduktor tipe N dan semikonduktor tipe P. untuk membentuk semikonduktor silicon tipe N, dan di tambahkan dengan bahan bervalensi 5 yang biasa digunakan diantaranya foster dan arenakum. Sedangkan untuk membentuk semikonduktor tipe P maka semikonduktor dilakukan dengan valensi 4 ditambahkan dengan bahan bervalensi 3 biasanya disebut dengan bahan

ketidakmurnian. Jenis bahan ini yaitu boron, aluminium, kalsium, dan indium[4].



Gambar 2.1 modul/panel surya

2.2.2 Jenis-Jenis Modul/Panel Surya

1. Monokristal (*Mono-Crystalline*)

Jenis panel surya satu ini merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dari terkonologi terbaru dan juga dapat memberikan daya listrik yang sangat tinggi. Monokristal ini dirancang untuk penggunaan konsumsi listrik yang cukup besar dan juga panel surya ini harus berada pada tempat-tempat yang kondisi alam yang sangat panas. Monokristal ini memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari jenis panel surya satu ini yaitu tidak akan berfungsi ketika cahaya matahari kurang, dan efisiensinya akan turun secara drastis ketika cuaca berawan[4].



Gambar 2.2 jenis panel surya *Mono-Crystalline*

2. Polikristal (*Poly-Crystalline*)

Jenis panel surya polikristal ini memiliki susunan kristal acak. Tipe panel surya ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis panel surya lainnya untuk mendapatkan hasil daya listrik yang sama. Panel surya polikristal ini memiliki efisiensi yang lebih rendah dibandingkan dengan monokristal, dan juga memiliki harga yang efektif lebih rendah[4].



Gambar 2.3 jenis panel surya *Poly-Crystalline*

3. *Thin Film Photovoltaic*

Jenis panel surya *Thin Film Photovoltaic* ini mempunyai dua lapisan dengan secara struktur lapisan tipis mikrokristal-silicon dan

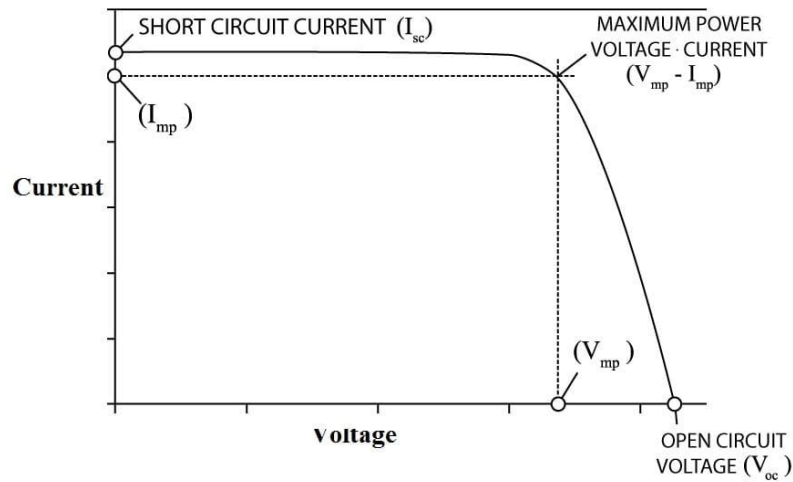
amorphous. Modul/panel surya ini memiliki efisiensi hingga 8.5% sehingga luas permukaan yang dapat per watt daya lebih besar dari pada jenis panel surya yang lainnya. Dengan teknologi yang semakin pesat ini dibuatlah *Thin Film Photovoltaic* dengan tiga lapisan yang dapat berfungsi lebih efisien dari sebelumnya, dalam kondisi yang berawan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari jenis panel lainnya[4].



Gambar 2.4 jenis panel surya *Thin Film Photovoltaic*

2.2.3 Karakteristik Sel Surya

Kapasitas daya dari sel surya atau yang dilambangkan dalam watt peak (Wp) pengukuran daya sel surya tersebut berdasarkan standar pengujian internasional yaitu *standard test condition* (STC). Standar inilah yang mengacu pada intensitasi radiasi matahari sebesar 1000 W/m^2 dengan suhu 25°C . panel surya mempunyai hubungan antara arus dan tegangan yang dilambangkan dalam kurva $I - V$ dan ditunjukkan pada gambar di bawah ini[5].



Gambar 2.3 karakteristik kurva sel surya

Kurva I – V memiliki 3 hal yang penting :

1. *Maximum Power Point* (V_{mp} dan I_{mp})
2. *Open Circuit Voltage* (V_{oc})
3. *Short Circuit Current* (I_{sc})

Pada saat variabel tahanan yang bernilai tak terhingga (open circuit) dimana arus bernilai minimum (nol) dan tegangan pada sel surya berada di nilai yang maksimum, maka tegangan dikenal sebagai open circuit (V_{oc}). Ketika tahanan variabel yang bernilai nol (short circuit) maka arus yang bernilai maksimum, yang disebut sebagai arus short circuit (I_{sc}). Jika tahanan variabel memiliki nilai bervariasi antara nol dan tidak terhingga maka akan diperoleh nilai arus (I) dan tegangan (V) yang bervariasi seperti yang ditunjukkan pada gambar yang di atas. Yang disebut sebagai kurva karakteristik I – V pada sel surya yang dapat dihasilkan pada saat tegangan dan arus maksimum. Daya maksimum yang dihasilkan dari panel surya disebut dengan daya puncak (peak

power). Daya puncak yang ada pada panel surya adalah hasil dari hitungan antara tegangan maksimum peak dan maksimum peak. Untuk daya maksimum ideal dari panel surya merupakan hasil perhitungan hubung singkat (I_{sc}) dengan tegangan rangkaian terbuka (V_{oc})[5]. P_{peak} dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{peak} = V_{mp} \times I_{mp} \dots\dots\dots$$

Di mana :

P_{peak} = Daya puncak maksimum keluaran panel (W_p)

V_{mp} = Tegangan maksimum peak (V)

I_{mp} = Arus maksimum peak (A)

1. Nilai Fill Faktor

Nilai fill factor berkisar 0,7-0,85 modul surya maka akan bekerja dengan baik apabila nilai dari FF ini semakin besar pada panel surya, dan akan memiliki nilai efisiensi yang semakin besar[6]. Perhitungan nilai FF adalah sebagai berikut ;

$$FF = \frac{I_{MP} \times V_{MP}}{I_{SC} \times V_{OC}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

I_{mp} = arus ketika daya keluaran maksimum

V_{mks} = voltase tegangan ketika daya keluaran maksimum

I_{sc} = arus ketika rangkaian short

V_{oc} = voltase tegangan ketika rangkaian terbuka

2.2.4 Inverter

Inverter merupakan “jantung” dalam suatu sistem PLTS. Fungsi dari inverter adalah mengkonversi atau mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak balik (AC) yang dihasilkan oleh panel surya. Dampak radiasi matahari yang tidak konstan dapat mempengaruhi *output* tegangan DC dari panel surya. Output tegangan yang tidak konstan inilah yang akan dikonversi menjadi tegangan AC yang konstan dan akan di salurkan pada sistem yang ada melalui inverter[4]. Salah satu kegunaan inverter adalah mengubah tegangan 12 V_{DC} atau 24 V_{DC} menjadi tegangan 220 V_{AC} . Besarnya tegangan dan daya dihubungkan beban yang harus sesuai dengan kapasitas yang dimiliki inverter yang dipakai dan besarnya sistem penyimpanan yang digunakan (besarnya ampere hour (AH) atau ampere jam dari baterai)[15]. Dalam pemasangan inverter dalam sistem PLTS memiliki 3 jenis desain yaitu :

1. Central inverter sistem

Desain central inverter sistem ini hanya menggunakan 1 inverter (inverter terpusat). Semua output yang dihasilkan dari panel surya langsung di kirim langsung ke dalam 1 inverter. Konsep dari sentral inverter hanya dipergunakan untuk tegangan DC rendah ($UDC < 120\text{V}$). inverter ini dapat langsung terinterkoneksi dengan jaringan distribusi. Dilihat dari segi ukurannya, sentral inverter memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan *string inverter* yang biasa digunakan. Keuntungan dari desain central

inverter ini adalah rangkainya sederhana, ekonomis sehingga dapat mengurangi biaya perawatannya. Kekurangan dari central inverter ini ketika sistem ini terjadi kerusakan pada inverternya maka dampak diberikan adalah seluruh sistem pada pembangkit tersebut akan mati total.

2. String Inverter Sistem

Sistem satu ini menggunakan inverter untuk string yang ada pada sistem PLTS. Konsep dari string inverter ini dipergunakan untuk tegangan DC tinggi yang biasa dikenal dengan ($UDC > 120V$). Penggunaan dari inverter ini pada sistem PLTS dinilai lebih baik jika dibandingkan sistem inverter sentral. Karena jika salah satu dari inverter/string terjadi gangguan, inverter/string lainnya masih dapat bekerja secara normal. String Inverter sistem ini dapat bekerja pada tegangan $DC > 120$, maka kerugian yang terjadi pada tahanan kabel akan jauh lebih rendah dan inverter mempunyai efisiensi yang jauh lebih baik (tinggi). Permasalahan dari desain satu ini adalah instalasinya yang lebih rumit dan biaya yang harus dikeluarkan akan lebih mahal yang dari permasalahan ini yang menjadikan kekurangan dari desain inverter satu ini.

3. Multi String inverter sistem

Desain sistem inverter ini merupakan kombinasi antara central dan string inverter. Multi String inverter sistem memiliki power *optimizer*, yaitu MPPT dan converter DC-DC. Converter DC-DC

bekerja secara terpusat, yang berdekatan dengan jaringan grid. Kelebihan dari sistem kombinasi ini setiap string dapat bekerja pada MPPT. Power optimizer bekerja di sekitar tegangan string, sehingga converter DC-DC dapat bekerja efisien sehingga dapat mengurangi rugi daya, selain itu juga dapat menambah kapasitas dengan mudah, hanya menambahkan string selama masih dalam kapasitas daya input converter AC-DC.



Gambar 2.5 Inverter

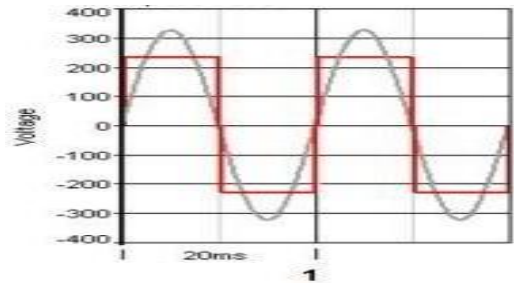
2.2.5 Jenis-Jenis Inverter

Berikut ada beberapa jenis inverter yang menurut fungsi dan kebutuhan :

1. *Grid Tie Inverter*

Jenis inverter ini adalah inverter yang biasanya dipergunakan pada sistem energi listrik terbarukan yang dapat mengubah arus listrik DC menjadi AC yang nantinya dikirim ke jaringan listrik yang ada. Grid tie inverter ini tidak dapat bekerja sendiri tanpa adanya listrik

dari PLN dan biasanya inverter jenis ini di pergunakan di daerah pedesaan[7].



Gambar 2.6 jenis inverter *Grid Tie*

2. *Grid forming inverter*

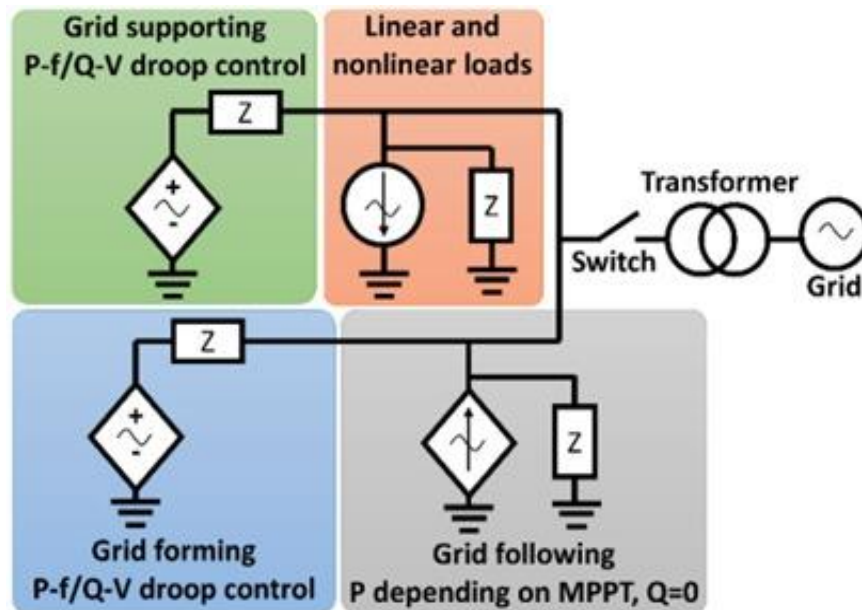
Jenis inverter ini adalah inverter pembentuk jaringan, inverter ini memiliki dua tujuan utama yang pertama dapat langsung terhubung dengan jaringan distribusi dan yang kedua dapat dipergunaka dalam suatu daerah terpencil. Dalam pengoperasian yang terhubung ke jaringan inverter ini dapat mengatur daya aktif dan daya reaktif yang dikirimkan ke bus AC untuk dapat mempertahankan keadaan biaya ESD dan dapat untuk meningkatkan kualitas daya yang dihasilkan. Inverter pembentuk jaringan ini dapat mengkontrol dan mengatur frekuensi dan besarnya tegangan yang di dikeluarkan dengan cara memodifikasi daya aktif dan daya reaktif[8].

3. *Grid supporting inverter*

Jenis inverter satu ini adalah inverter pendukung jaringan, jenis inverter ini dilengkapi dengan pengontrolan untuk menyediakan P dan Q dengan tujuan menjaga kualitas daya di bus AC. Dalam penggunaan inverter pendukung jaringan ini biasanya disesuaikan untuk pengoperasian sebagai sumber tegangan terkontrol. Inverter satu ini dapat dikontrol untuk mengikuti jaringan dan untuk menyuplai sejumlah arus untuk membantu inverter pembentuk jaringan. Selama pengoperasian yang terhubung ke jaringan inverter pendukung tersebut tidak beroperasi atau tidak dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas daya bus AC[8].

4. *Grid following inverter*

Inverter jenis ini adalah inverter pengikut jaringan fungsi utama dari jenis inverter ini yaitu untuk memberikan daya yang dihasilkan dari sumber energi ke dalam *Grid* dengan persamaan daya ($Q = 0 \text{ VAR}$). Untuk menyuplai daya kedalam *Grid* inverter ini berkerja dengan mengukur tegangan jaringan untuk mengidentifikasi frekuensi untuk menyinkronkan tegangan output inverter dengan *Grid*. Inverter pengikut jaringan dapat memberikan arus sinusoidal dengan tegangan grid untuk mendapatkan factor daya yang maksimal[8].



Gambar 2.7 Rangkaian Inverter Jenis *Grid forming*, *Grid supporting*, *Grid following*

2.2.6 Maximum Power Point Tracking (MPPT)

Sistem *Maximum Power Point Tracking* merupakan rangkaian devais elektronik yang bekerja mengubah-ubah titik operasi dari panel surya. Dan salah satu metodenya sangatlah mudah yang dapat diterapkan pada sistem MPPT ini adalah bekerja menaikkan dan menurunkan tegangan hingga menemukan titik daya yang maksimal pada panel. Berikut ini ada beberapa parameter untuk menentukan kualitas sistem MPPT. Fungsi dari MPPT adalah memonitor dan menyesuaikan daya input dan untuk mengatur arus/current dalam sistem PLTS[9]. Untuk melihat MPPT ini berkerja secara optimal ada beberapa parameter yang harus diketahui :



Gambar 2.8 *Maximum Power Point Tracking (MPPT)*

1. Parameter Dinamis ($t = \text{waktu}$)

Parameter dinamis ini yang dimana sistem MPPT ini membutuhkan waktu untuk mencari titik daya maksimal ketika dalam kondisi alam yang berubah-ubah. Maka semakin cepat yang waktu dibutuhkan, semakin baik sistem MPPT bekerja[9].

2. Parameter Statis ($\Delta P <$)

Parameter statis ini adalah dimana fluktuasi nilai keluaran daya maksimum sudah mencapai titiknya dan kondisi perubahan alam dalam keadaan yang maksimal (suhu sel atau intensitas matahari tidak berubah). Maka dampak dari fluktuasi semakin kecil yang terjadi, dan baik untuk algoritma MPPT tersebut[9].

3. Parameter Daya Actual dan Daya Ideal.

Parameter ini merupakan bandingan daya *output* yang actual dalam kurung waktu satu periode dengan daya maksimum yang di ukur pada saat sel surya berkerja. Dan nilai dari parameter ini berkisar dari 0 hingga 100%, rasio daya dapat diperoleh menurut persamaan di bawah ini[9].

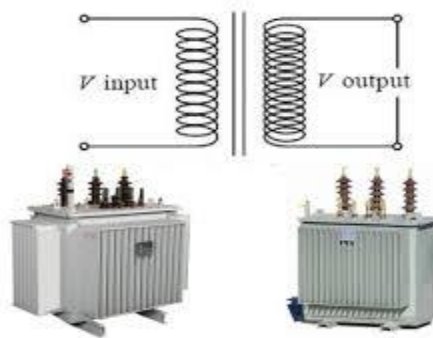
Rasio daya *output* yaitu

$$\frac{\text{Daya Aktual}}{\text{Daya Maksimum Rating}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.2)$$

Semakin besar nilai rasio yang di dapat, maka semakin baik alogritma MPPT tersebut.

2.2.7 Transformator Set Up

Transformator step up adalah alat yang di pergunakan dalam dunia kelistrikan yang gunannya untuk menaikkan tegangan dari yang rendah menjadi tinggi. Transformator setp up ini adalah transformator yang memiliki lilitan yang lebih banyak dari pada lilitan primer, sehingga di fungsikan sebagai penaik tegangan. Transformator ini banyak di jumpai pada pembangkit tenaga listrik dan juga pada gardu induk yang dipergunakan sebagai menikkan tegangan agar dapat menyalurkan listrik pada saluran jarak jauh.



Gambar 2.8 Transformator Step Up

2.2.8 Distributed Generation

Distributed Generation (DG) atau biasa disebut dengan pembangkit yang terinterkoneksi langsung jaringan distribusi adalah sebuah pembangkit listrik berskala kecil yang tersebar diberbagai tempat.

Dengan adanya pemasangan DG ini memberi dampak tersendiri untuk dapat meningkatkan sistem jaringan konvensional diantaranya mampu mereduksi hilangnya daya pada saluran. Adanya DG ini dapat bermanfaat pada sisi sistem jaringan distribusi listrik manfaat yang dimaksud adalah dapat mengurangi rugi-rugi daya dan dapat menaikkan profil tegangan[3].

2.2.9 Sistem PLTS On-Grid

Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah suatu pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik dilakukan menggunakan panel surya yang terdiri dari sel-sel photovoltaic. Sel-sel ini terdiri dari lapisan-lapisan silikon (Si) murni atau bahan semikonduktor lainnya yang telah melewati tahap sedemikian rupa, sehingga bahan tersebut mendapat energi cahaya maka akan merubah elektron dari ikatan atomnya menjadi elektro yang bergerak bebas. Kemudian pada titik akhirnya akan mengeluarkan tegangan arus searah (DC) (Miharja, 2009). Untuk mengubahnya menjadi arus bolak balik dengan menggunakan komponen alat inverter. Pembangkit listrik tenaga surya memanfaatkan potensi energi surya yang tersedia di alam merupakan solusi yang tepat, karena dapat digunakan dengan jangka waktu panjang di berbagai tempat[15].

PLTS yang terinterkoneksi dengan jaringan distribusi listrik eksisting dapat dibedakan dari skala kapasitasnya yaitu : skala kecil

untuk kapasitas 5 kW – 100 kW, skala menengah 100 kW – 500 kW dan untuk skala besar 500 kW – 10 MW.

2.2.10 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik adalah sistem penyaluran energi listrik dari satu tempat ke tempat lainnya atau menyalurkan energi listrik dari gardu induk ke konsumen. Energi listrik tersebut disalurkan melalui penyulang-penyulang yang berupa saluran udara maupun saluran bawah tanah sesuai dengan kondisi keadaan yang diperlukan. Selain itu, juga merupakan subsistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat pusat beban (konsumen) dilayani langsung melalui jaringan distribusi. sistem distribusi listrik memiliki beberapa komponen yaitu : tiang listrik, isolator, penghantar(kable), transformator, gardu distribusi. berdasarkan besarnya tegangan listrik yang terdapat pada sistem distribusi listrik dapat dibedakan menjadi dua jenis sistem yaitu, sistem distribusi primer dan sistem jaringan distribusi sekunder[10].

Sistem distribusi primer adalah sistem yang sering disebut sebagai jaringan distribusi tegangan menengah (JDTM) terletak diantara gardu induk dan gardu pembagi, yang memiliki tegangan yang lebih tinggi dari tegangan yang terpakai untuk konsumen. standar tegangan jaringan distribusi primer yang sesuai dengan standar PLN ini adalah 6 kV, 10 kV, dan 20 kV[10].

Sistem jaringan distribusi sekunder atau yang disebut jaringan distribusi tegangan rendah (JDTR), adalah jaringan yang mempunyai fungsi sebagai penyaluran energi listrik dari gardu pembagi (gardu distribusi) ke pusat beban (konsumen). Standar tegangan jaringan sekunder yang sesuai standar pln adalah 220/380 V untuk konsumen perumahan dan untuk keperluan industri 440/550 V[10].

2.2.11 Sistem Distribusi Jaringan Radial

Distribusi jaringan radial mempunyai karakteristik yang dari satu saluran antara titik sumber dengan titik bebannya[10]. Distribusi jaringan radial adalah bentuk dari sistem distribusi yang paling banyak di pergunakan karena spesifikasinya terjangkau dan berikut spesifikasinya :

1. Bentuknya sederhana
2. Membutuhkan biaya investasi yang murah

Disisi lain distribusi jaringan radial ini mempunyai beberapa kekurangan yaitu :

1. Kualitas daya yang lebih rendah karena memiliki drop tegangan yang relative besar
2. tingkat keandalan jaringan yang rendah karena beban hanya di supply hanya dengan satu sumber.

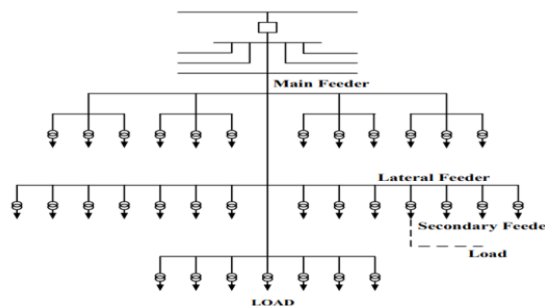
Untuk memperkecil adanya gangguan pada bentuk jaringan radial ini biasanya dilengkapi dengan alat pengaman berupa fuse, sectionalizer, recloser, atau alat pemutus beban lainnya yang

difungsikan untuk melokalisir gangguan. Dan sistem distribusi jaringan radial ini mempunyai beberapa tipe jaringan[10]. berikut tipe jaringan distribusi radial :

1. Jaringan Radial Tipe Pohon

Sistem jenis tipe ini dinamakan radial pohon karena memiliki bentuk menyerupai cabang pohon. tipe jaringan radial satu ini merupakan bentuk yang sederhana dari sistem distribusi jaringan radial. saluran utama ditarik percabangan ke saluran lateral tadi ditarik kembali ke saluran sublateral yang kemudian tersambung ke beban.

Tipe jaringan radial satu ini memiliki ukuran saluran yang sesuai beban yang ditanggung, ukuran terbesar saluran lateral akan lebih kecil dan untuk saluran sublateral adalah ukuran yang mempunyai saluran yang paling kecil[10].

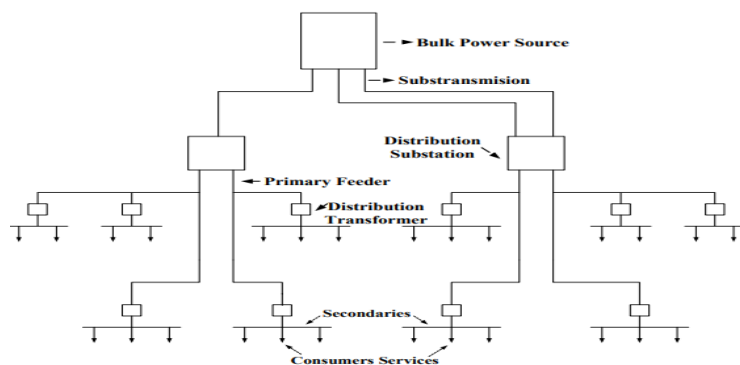


Gambar 2.11 Jaringan Radial Tipe Pohon

2. Jaringan Radial Dengan Tie Switch Pemisah

Tie Switch adalah berguna untuk meningkatkan keandalan sistem. tujuan dari pemasangan sistem ini dapat memanuver adanya

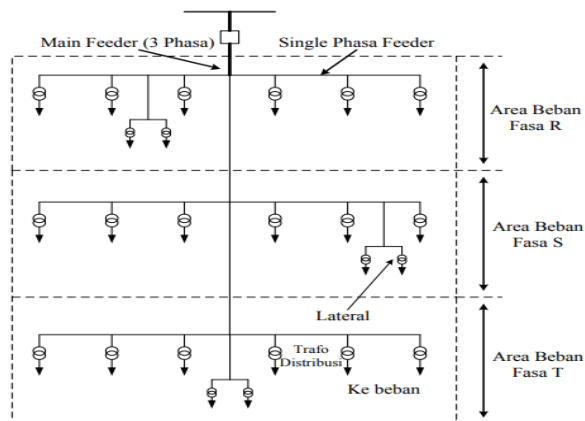
gangguan jika terjadi gangguan pada suatu penyulang dapat secara langsung dapat memindahkan suplai beban ke penyulang lainnya. Dengan adanya Tie Switch dan sectionalizing switch pada tiap saluran dapat dengan mudah untuk konfigurasi sistem ini dan dapat mengubah dengan cara mengubah kombinasi buka dan tutup switch[10].



Gambar 2.9 Jaringan Radial Dengan *Tie Switch* Pemisah

3. Jaringan Radial Dengan Pembagian Fasa Area

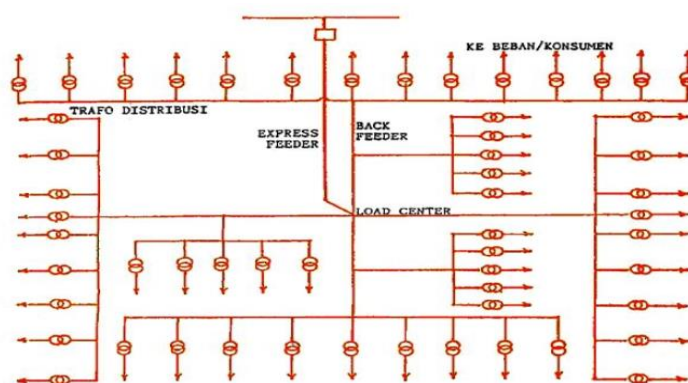
Berbeda dengan tipe yang sebelumnya, jaringan ini mempunyai karakteristik satu fasa yang hanya melayani satu area tertentu. Jaringan jenis hanya dipergunakan untuk suatu wilayah yang bebannya stabil dan penambahan maupun pembagian bebannya dapat diatur secara merata dan seimbang setiap fasanya[10].



Gambar 2.10 Jaringan Radial Dengan Pembagian Fasa Area

4. Jaringan Radial Tipe Pusat Beban

Berbeda dengan jaringan radial tipe pohon bentuk jaringan radial tipe ini mempunyai bentuk jaringan yang mesupply daya dengan menggunakan penyulang utama yang disebut *express feeder* yang langsung terhubung dengan pusat beban. Dari pusat beban tersebut listrik disebarakan menggunakan *back feeder* secara radial[10].



Gambar 2.10 Jaringan Radial Tipe Pusat Beban

2.2.13 Analisa Aliran Daya Metode Newton Raphson

Analisa aliran daya adalah salah satu cara yang biasa digunakan dalam sistem tenaga listrik untuk menghitung besarnya nilai daya aktif (P), daya reaktif (Q), factor tegangan(V) dan sudut fasa (δ) yang terdapat pada satu sistem tenaga listrik. Fungsi analisa sendiri bertujuan untuk memperoleh besaran nilai terkini dari jatuh tegangan dan rugi-rugi daya pada saluran[3]. Pada penelitian ini analisa aliran daya menggunakan metode *Newton-Raphson*. Dengan menggunakan metode *Newton-Raphson* lebih praktis dan lebih efisien. Dalam analisa aliran daya mempunyai Bus-Bus yang disusun oleh sebuah sistem tenaga listrik[11]. Pada Bus ke-*i*, daya kompleks *netto* yang di injeksikan ke Bus dinyatakan dalam persamaan :

$$S_i = P_i + jQ = (PG_i - P_{Li}) + j(Q_{Gi} - Q_{Li}) \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

$$G = \text{Generator } (S_{Gi} = P_{Gi} + jQ_{Gi})$$

$$L = \text{load } (S_{Li} = P_{Li} + jQ_{Li})$$

Secara umum, untuk tiap Bus dari sistem tenaga listrik dengan n bus dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$P_i - jQ_i = V_i^* \sum_{k=1}^n V_k \cdot Y_{ik} \dots\dots\dots(2.4)$$

Atau

$$S_i = V_i^* \sum_{k=1}^n Y_{ik}^* \cdot V_k \dots\dots\dots(2.5)$$

Untuk i, k = 1, 2,...,n

Metode *Newton-Raphson* di kembangkan dari Deret *Taylor* dengan mengabaikan derivative pertama fungsi dengan satu variabel berikut ini persamaan Deret *Taylor* [11]:

$$f(x) = f(x_0) + \frac{1}{1!} \frac{df(x_0)}{dx} (x - x_0) + \frac{1}{2!} \frac{d^2 f(x_0)}{dx^2} (x - x_0)^2 + \dots + \frac{1}{n!} \frac{d^n f(x_0)}{dx^n} (x - x_0)^n = 0 \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\text{Jika } V_i = |V_i| \angle \theta_i = |V_i| e^{j\theta} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\theta_{ik} = \theta_i - \theta_k \dots\dots\dots (2.8)$$

$$Y_{ik} = G_{ik} - jB_k \dots\dots\dots (2.9)$$

Maka persamaan 2 :

$$P_i = \sum_{k=0}^n |V_i| |V_k| [G_{ik} \cos(\theta_i - \theta_k) + B_{ik} \sin(\theta_i - \theta_k)] \dots\dots (2.10)$$

$$Q_i = \sum_{k=0}^n |V_i| |V_k| [G_{ik} \sin(\theta_i - \theta_k) + B_{ik} \cos(\theta_i - \theta_k)] \dots (2.11)$$

Untuk I, k = 1, 2, 3, ..., n

G = konduktansi

B = Suspentasi

Y = Admitansi

Bus ke-*i* adalah

$$S_i = V_i \sum_{k=0}^n Y_{ik}^* \cdot V_k^* \dots\dots\dots (2.12)$$

Untuk I, k = 1, 2, 3, ..., n

Besaran per unit (p.u) didefinisikan sebagai perbandingan harga sebenarnya sebagai perbandingan dengan harga dasar dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$p.u = \frac{\text{besaran harga sebenarnya}}{\text{besaran dasar yang berdimensi sama}}$$

2.2.14. Kualitas Daya listrik (Power Quality)

Listrik yang berkualitas adalah listrik yang mempunyai tegangan dan frekuensi yang konstan sesuai dengan nilai nominalnya. Dalam kisaran yang ditentukan, frekuensi yang stabil dan sangat dekat dengan nilai nominalnya (dalam sepersekian persen). Kualitas daya banyak dipengaruhi antara oleh jenis beban yang tidak linear, ketidakseimbangan pembebanan, distorsi gelombang harmonik yang melebihi standart dan lain- lain. Penurunan kulaitas daya dapat menyebabkan peningkatan rugi-rugi pada sisi beban, bahkan menyebabkan penurunan kapasitas daya pada sumber pembangkit listrik. Adapun parameter yang mempengaruhi kualitas daya listrik yaitu :

1. Daya Listrik

Daya memiliki arti sebagai energi per satuan waktu, Daya merupakan jumlah energi listrik yang digunakan untuk melakukan usaha di dalam sistem tenaga listrik. Satuan untuk daya listrik umumnya adalah Waatt. Daya pada suatu sistem tegangan bolak-bali (AC) dikenal dengan tiga macam yaitu daya aktif (nyata) dengan simbol (P) satuannya adalah Watt (W), daya reaktif dengan simbol (Q) satuannya adalah volt ampere reactive (VAR) dan daya semu dengan simbol (S) satuannya adalah volt ampere (VA).

2. Jenis – jenis daya listrik

a. Daya aktif

Daya aktif adalah daya rata-rata yang sesuai dengan kekuatan sebenarnya ditransmisikan atau dikonsumsi oleh beban. Beberapa contoh dari daya aktif adalah energi panas, energi mekanik, cahaya dan daya aktif memiliki satuan berupa watt (W).

Berikut ini merupakan persamaan daya aktif :

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \text{ (1 phasa)}$$

$$P = 3 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \phi \text{ (3 phasa)}$$

Dimana :

P = Daya aktif (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (ampere)

$\cos \phi$ = Faktor daya

V_L = Tegangan jaringan (volt)

I_L = arus jaringan (ampere)

b. Daya reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Daya reaktif memiliki satuan berupa volt

ampere reactive (VAR). Berikut ini merupakan persamaan daya reaktif :

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi \text{ (1phasa)}$$

$$Q = 3 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \sin \phi \text{ (3phasa)}$$

Dimana :

$$Q = \text{Daya Reaktif (VAR)}$$

$$V = \text{Tegangan (Volt)}$$

$$I = \text{Arus (Ampere)}$$

$$V_L = \text{Tegangan jaringan (Volt)}$$

$$I_L = \text{Arus jaringan (ampere)}$$

c. Daya semu

Daya Semu adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan 8 trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Daya semu ialah daya yang dikeluarkan sumber alternation current (AC) atau di serap oleh beban. Satuan dari daya semu yaitu volt ampere (VA). Berikut persamaan dari daya semu :

$$S = V \cdot I$$

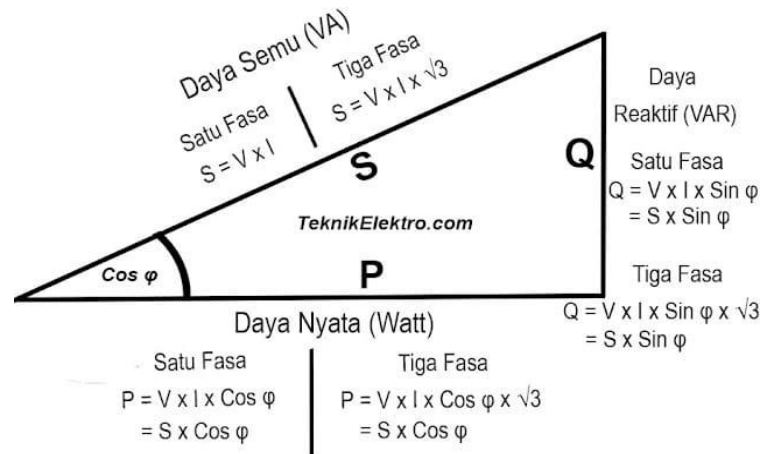
Dimana :

$$S = \text{Daya Semu}$$

$$(VA) V = \text{Tegangan (Volt)}$$

$$I = \text{Arus (Ampere)}$$

Hubungan dari ketiga daya diatas disebut sistem segtiga daya dapat digambarkan seperti gambar di bawah ini :



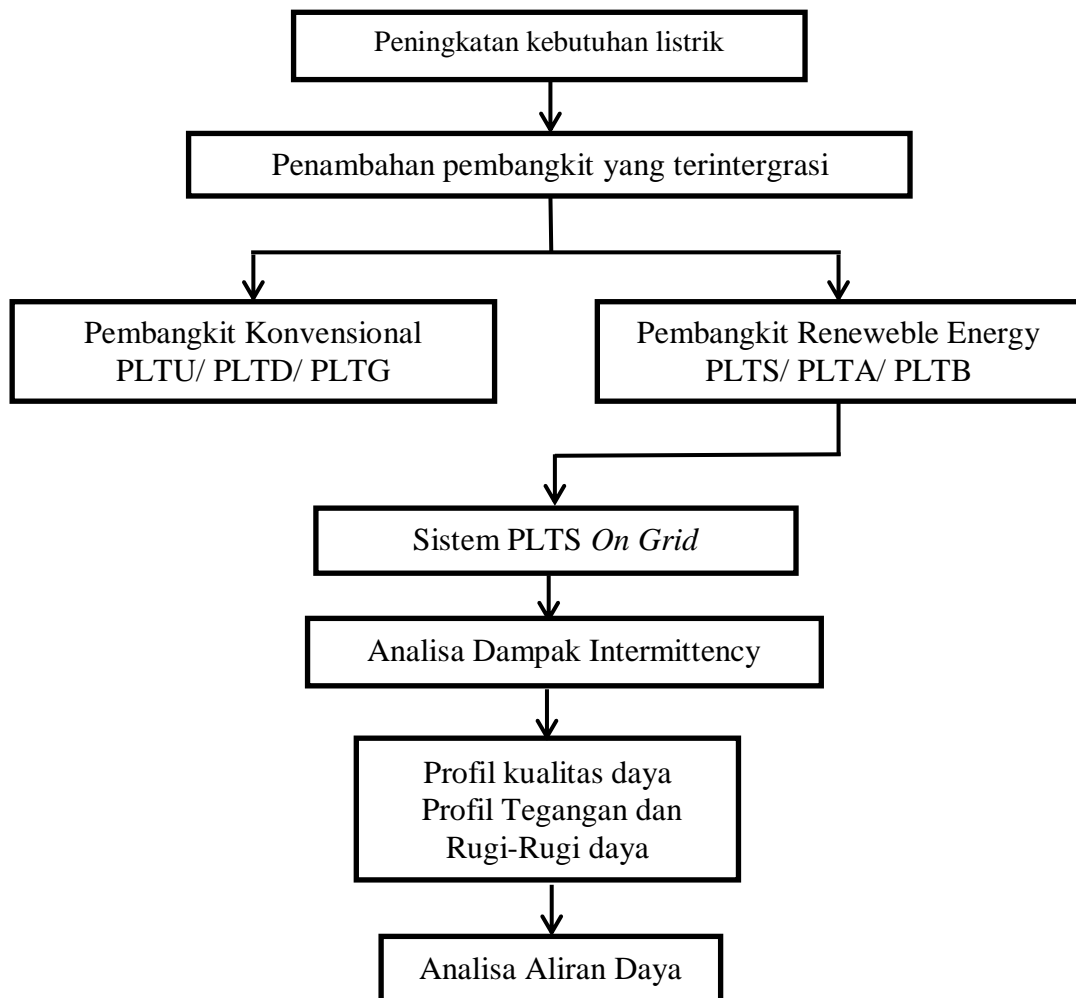
Gambar 2.11 Segi tiga daya

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang bersifat analisis sehingga dari ruang lingkup masalah dapat dilakukan dengan metode studi pustaka (*library research*), metode pengumpulan data (*field research*), dan analisis.



3.2 Objek Penelitian / Alat dan Bahan

Berikut data-data yang diperlukan dalam penelitian ini :

1. Data sistem PLTS 2 MWP Sumalata
2. Data peralatan teknis
 - a. Panel surya
 - b. Inverter
 - c. Trafo
 - d. Penghantar (kabel)
3. Data Metrology PLTS
4. Data Penyulang 20 KV
 - a. Data Beban Penyulang 20 KV
 - b. Singeline Penyulang 20 KV

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Laptop / PC
2. *Software* ETAP 19,0

3.3 Lokasi dan Waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PLTS 2 MWP Sumalata dan Laboratorium Teknik Elektro Universitas Ichsan Gorontalo penelitian ini di mulai pada Ferbuari sampai Juli 2022

3.4 Tahapan Alur Penelitian (Deskripsi)

Adapun tahapan-tahapan dalam penelitian ini sebagai berikut :

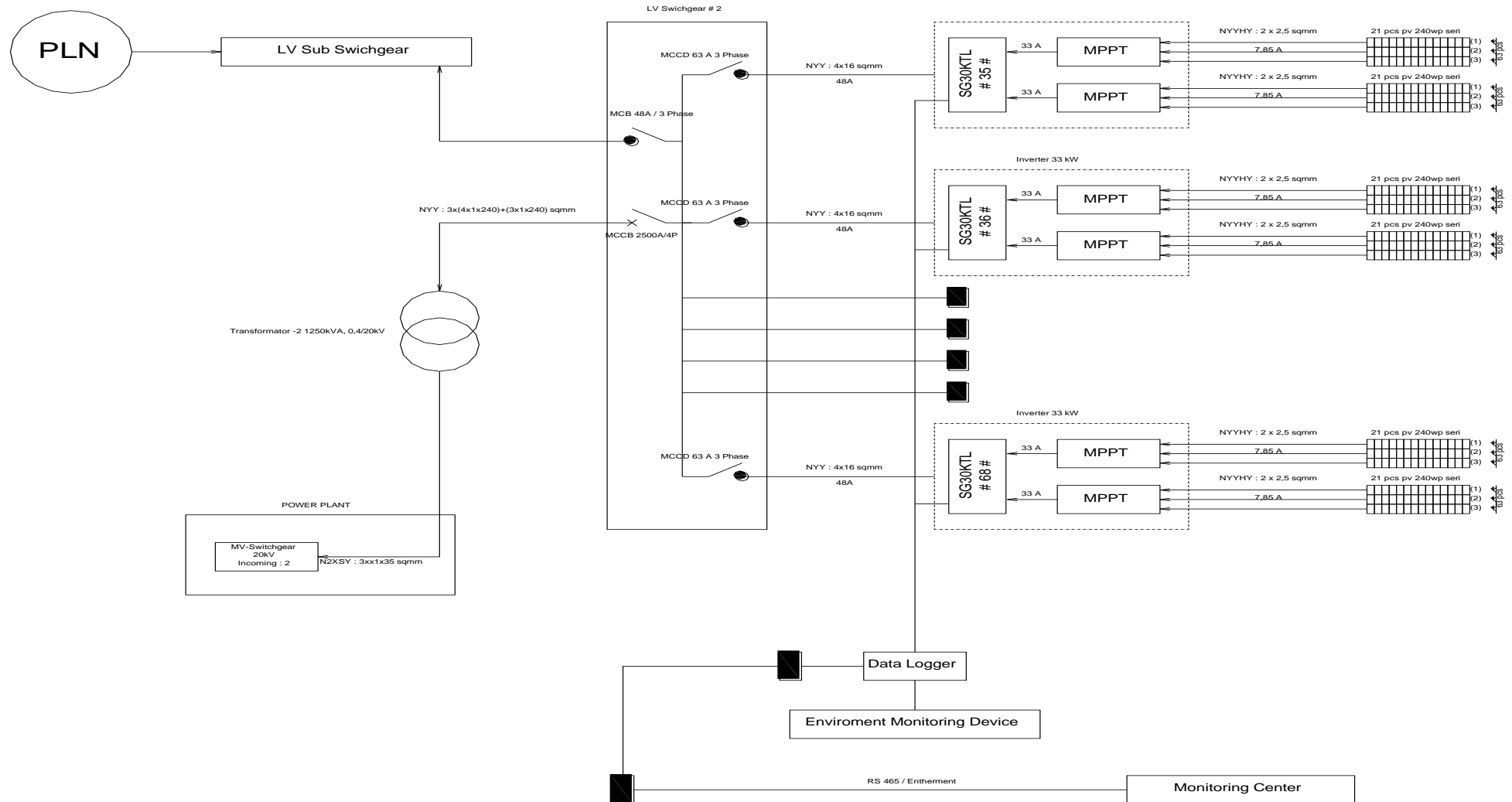
3.4.1 Mengumpulkan Data

Tahap ini mengumpulkan data-data yang bersumber dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya 2 MWP Sumalata dan data penyulang 20 KV sebagai bahan dasar analisis, perhitungan rugi-rugi daya dan profil tegangan.

3.4.2 Analisa/Pengolahan Data

Tahapan berikutnya adalah menganalisa atau mengolah data yang dikumpulkan diantaranya : Data metrology sistem PLTS, data sistem PLTS, data beban p enyulang AG03 20 KV, data singeline PLTS, dan data singeline penyulang AG03 20 KV berikut uraian dari data-data yang dikumpulkan yaitu :

1. Data Metrology PLTS Meliputi :
 - a. Data suhu
 - b. Data kelembahan
 - c. Data radiasi matahari
 - d. Data kecepatan angin
2. Data Sistem PLTS Antara Lain :
 - a. Data tegangan PLTS
 - b. Data arus PLTS
 - c. Data inverter
 - d. Data panel surya
 - e. Data trafo
 - f. Data singeline PLTS

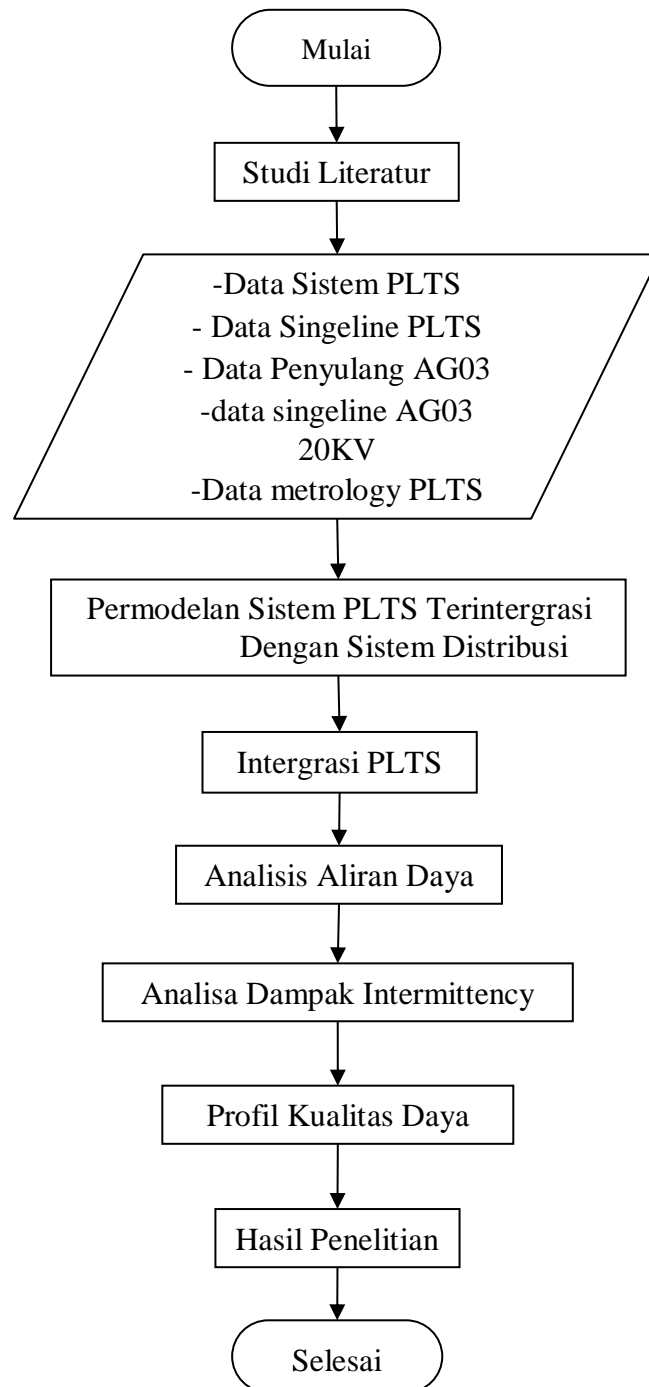


Gambar 3.2 Blok Diagram Singeline Sistem PLTS 2 MWP Sumalata

3. Data Penyulang 20 KV diantaranya :

- a. Data beban penyulang 20 KV AG3
- b. Data singeline penyulang 20 KV

3.5 Flowchart Alur Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Profil Pembangkit Listrik Tenaga Surya 2 Mwp Sumalata

Profinsi Gorontalo adalah salah daerah yang memiliki Pembangkit Listrik tenaga surya yang memiliki kapasitas 2 MWP berada di Profinsi gorontalo tempatnya di Kabupaten Gorontalo utara, kecamatan Sumalata timur, desa motihelumo, pembangkit listrik tenaga surya ini sudah beroperasi sejak 2015 sampai dengan sekarang, berikut data-data teknis yang diperoleh PLTS :

1. PV Module
 - a. Merk : Adya solar
 - b. Type : SP240-24M
 - c. Type cell : Monocrystalline
 - d. Nominal voltage : 24 Vdc
 - e. Max power (pm) : 240 Wp
 - f. Max voltage (pm) : 30.56 Vdc
 - g. Max current (ipm) : 7.8 A
 - h. Open Circuit (Voc) : 37.49 Vdc
 - i. Short cuicuit (Isc) : 8.54 A
2. Inverter
 - a. Type : SG30KTL
 - b. Max DC input (Voc) : 1000 Vdc
 - c. MPPT volt range (Vpm) : 480-800 Vdc
 - d. Max dc input pv power : 33 kWp

- e. Max dc input current (ipm) : 2 x 33 A
 - f. Rated output power : 30 kW
 - g. Max ac output current : 48 A
 - h. Rated grid voltage : 400 Vac
 - i. Grid voltage range : 310 – 450 Vac
 - j. Rated grid frequency : 50 Hz
 - k. Grid frequency range : 47 – 52 Hz
3. Transformator
- a. Jumlah trafo : 2 Buah
 - b. Total input : 2 x 1250 Kva
: 2500 kVA > 2000 kVA

4.2 Simulasi Perubahan Radiasi Matahari dan Suhu Terhadap Produksi Daya Listrik

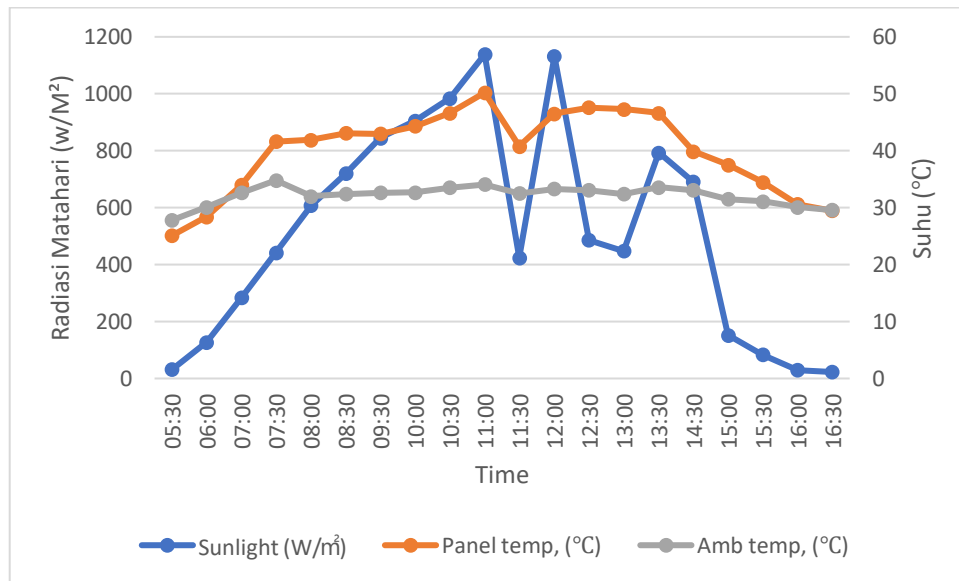
Pada PLTS (Grup 1; 34 Inverter; 1 MW)

Tabel 4.1. Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal 16-10-2021)

<i>Time</i>	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi ETAP		
	<i>Sunlight (W/m²)</i>	<i>Panel temp. (°C)</i>	<i>Amb temp. (°C)</i>	kW	kVar	V%
05:30	32,1	25,1	27,8	0,002	0	95,81
06:00	126,9	28,4	30,1	0,012	0,002	95,81
07:00	283,8	34	32,6	0,141	0,028	95,81
07:30	441,9	41,6	34,8	328,9	64,9	100,7
08:00	608,1	41,9	32,0	532,4	105	103,4
08:30	719,7	43,1	32,4	649,3	128,1	104,8
09:30	844,4	43,0	32,6	784,5	154,8	106,5
10:00	905,8	44,3	32,7	850,6	167,9	107,3
10:30	984,5	46,6	33,5	929,2	183,4	108,2
11:00	1138,4	50,2	34,1	1067	210,6	109,7
11:30	423,9	40,8	32,5	308,8	60,9	100,4

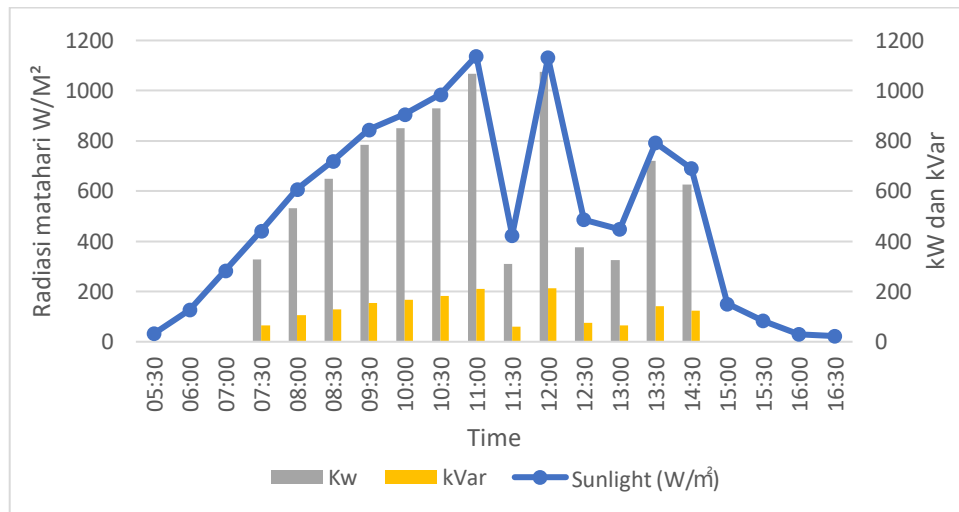
12:00	1131,5	46,5	33,3	1075	212,1	109,8
12:30	486,6	47,6	33,1	375,7	74,1	101,3
13:00	448,1	47,3	32,4	325,9	64,3	100,6
13:30	792,9	46,6	33,6	720,8	142,2	105,7
14:30	690,6	39,9	33,1	626,6	123,6	104,6
15:00	151,7	37,5	31,5	0,011	0,002	95,81
15:30	84,1	34,5	31,1	0,003	0,001	95,81
16:00	29,6	30,6	30,1	0,001	0	95,81
16:30	22,7	29,5	29,6	0	0	95,81

Tabel diatas hasil dari data radiasi matahari suhu panel dan suhu lingkungan yang disimulasikan menggunakan *software* ETAP 19.0. dari hasil simulasi dapat dikatakan jika radiasi matahari dan suhu panel berpengaruh pada hasil *output* daya yang dihasilkan PLTS, semakin rendah radiasi matahari, semakin rendah daya *output* yang dihasilkan, semakin tinggi radiasi matahari, semakin tinggi pula daya output yang dihasilkan. Sesuai dengan data yang ada pada PLTS 2MWP Sumalata dalam sehari perubahan radiasi matahari hanya berselang 30 menit. PLTS akan mendapatkan output daya yang sesuai ketika radiasi matahari mencapai 1000W/M². Pada tanggal 16-10-2021 puncak radiasi matahari ada pada jam 11:00 dan jam 12:00. Dan puncak radiasi terendah ada pada jam 16:30 dan 16:30.



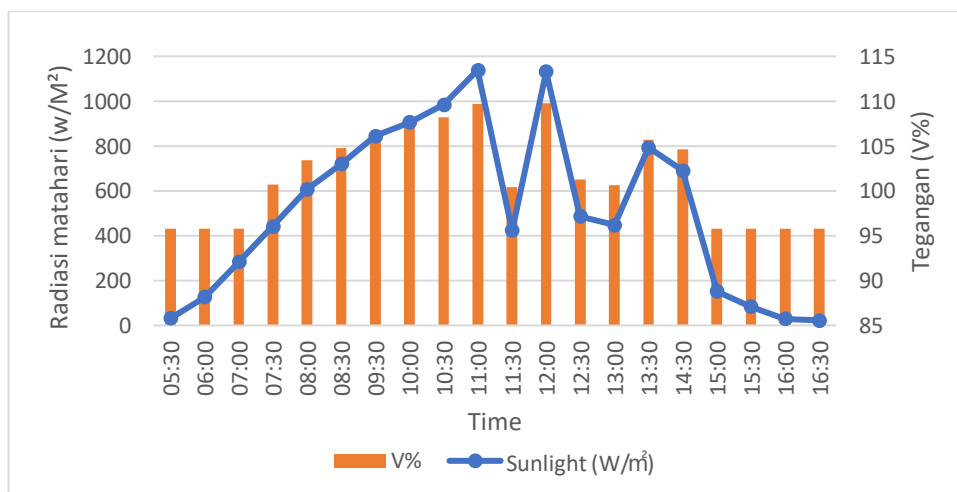
Gambar 4.1 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 16-10-2021

Gambar 4.1 Berdasarkan grafik di atas data radiasi matahari pada tanggal 16-10-2021 menunjukkan bahwa pencapaian radiasi matahari tertinggi pada jam 11:00 dengan 1138,4 W/M² pada suhu panel 50,2°C dan suhu lingkungan 34,1°C . Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan yang signifikan dengan radiasi matahari 423,9 W/M² dengan suhu panel 40,8°C dan suhu lingkungan 32,5°C. Setelah terjadi penurunan tak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 1131,5 W/M², suhu panel dan suhu lingkungan ikut meningkat mencapai 46,5°C, 33,3°C



Gambar 4.2. Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian terhadap kW dan kVar pada tanggal 16-10-2021

Gambar 4.2. Berdasarkan data radiasi matahari, kW dan kVar pada grafik di atas, pada tanggal 16-10-2021 pukul 11:00 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1138,4 W/M² menghasilkan daya listrik sebesar 1067 kW dan 210,6 kVar. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan yang signifikan dengan radiasi matahari 423,9 W/M² menghasilkan daya listrik sebesar 308,8 Kw dan 60,9 kVar. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 1131,5W/M², daya listrik juga ikut meningkat mencapai 1075kW dan 212,1 kVar



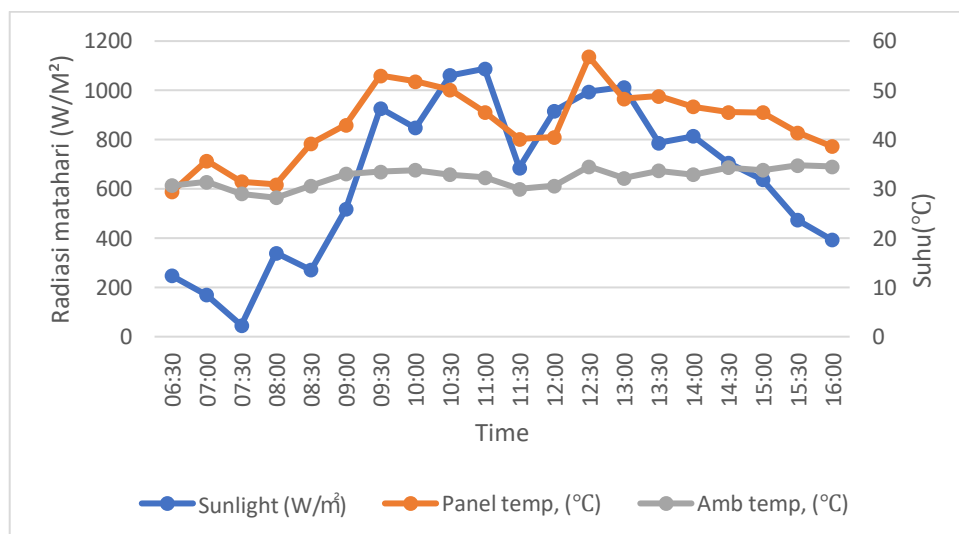
Gambar 4.3 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian terhadap tegangan pada tanggal 16-10-2021

Gambar 4.3. Berdasarkan data radiasi matahari dan tegangan pada grafik di atas, pada tanggal 16-10-2021 pukul 11:00 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1138,4 W/M² menghasilkan tegangan listrik sebesar 109,7 V%. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan yang signifikan dengan radiasi matahari 423,9 W/M² menghasilkan tegangan listrik sebesar 100,4 V%. kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 1131,5W/M², tegangan listrik ikut naik mencapai 109,8 V%.

Tabel 4.2. Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal 17-10-2021)

<i>Time</i>	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi ETAP		
	<i>Sunlight (W/m²)</i>	<i>Panel temp. (°C)</i>	<i>Amb temp. (°C)</i>	Kw	kVar	V%
06:30	247,2	29,4	30,7		0,085	
07:00	169,1	35,7	31,4		0,023	
07:30	46,3	31,5	29,0		0,001	
08:00	339,6	30,9	28,2		230,2	
08:30	271,4	39,2	30,6		0,096	
09:00	517,6	43,0	33,0		429,4	
09:30	927,4	53,0	33,5		845,5	
10:00	847,5	51,8	33,8		766	
10:30	1060,8	50,1	32,9		991,5	
11:00	1087,5	45,6	32,3		1034	
11:30	685	40,1	30,0		617,6	
12:00	917	40,5	30,6		875,8	
12:30	995,1	56,8	34,5		908,8	
13:00	1012,4	48,3	32,2		949,7	
13:30	786,1	48,8	33,7		708,1	
14:00	814,6	46,7	32,9		744,5	
14:30	705,5	45,6	34,3		628,9	
15:00	637,9	45,5	33,8		555,8	
15:30	473,5	41,4	34,8		370,4	
16:00	392,3	38,6	34,5		275,2	

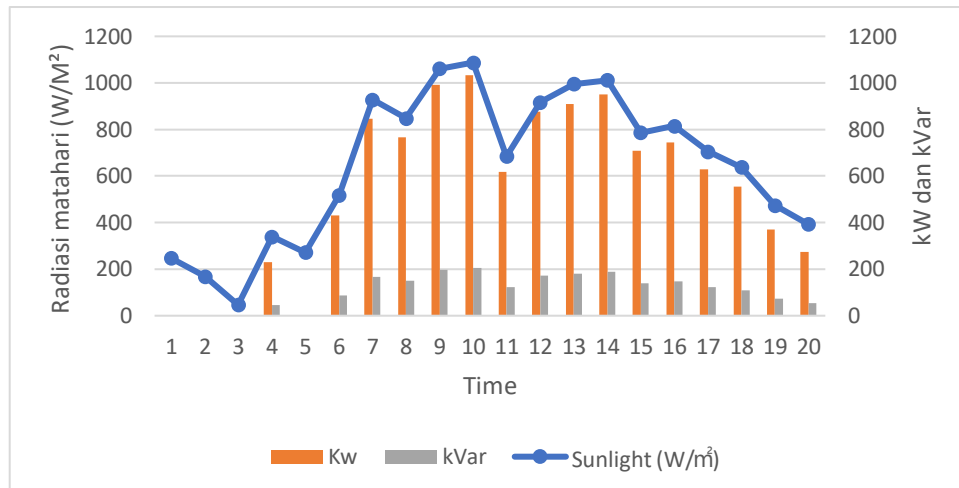
Tabel diatas hasil dari data radiasi matahari suhu panel dan suhu lingkungan yang disimulasikan menggunakan *software* ETAP 19.0. dari hasil simulasi dapat dikatakan jika radiasi matahari dan suhu panel berpengaruh pada hasil *output* daya yang dihasilkan PLTS, semakin rendah radiasi matahari, semakin rendah daya *output* yang dihasilkan, semakin tinggi radiasi matahari, semakin tinggi pula daya *output* yang dihasilkan. Sesuai dengan data yang ada pada PLTS 2MWP Sumalata dalam sehari perubahan radiasi matahari hanya berselang 30 menit. PLTS akan mendapatkan *output* daya yang sesuai ketika radiasi matahari mencapai 1000W/M². Pada tanggal 17-10-2021 puncak radiasi matahari ada pada jam 10:30, 11:00, dan 13:00 Dan puncak radiasi terendah ada pada jam 07:30



Gambar 4.4 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 17-10-2021

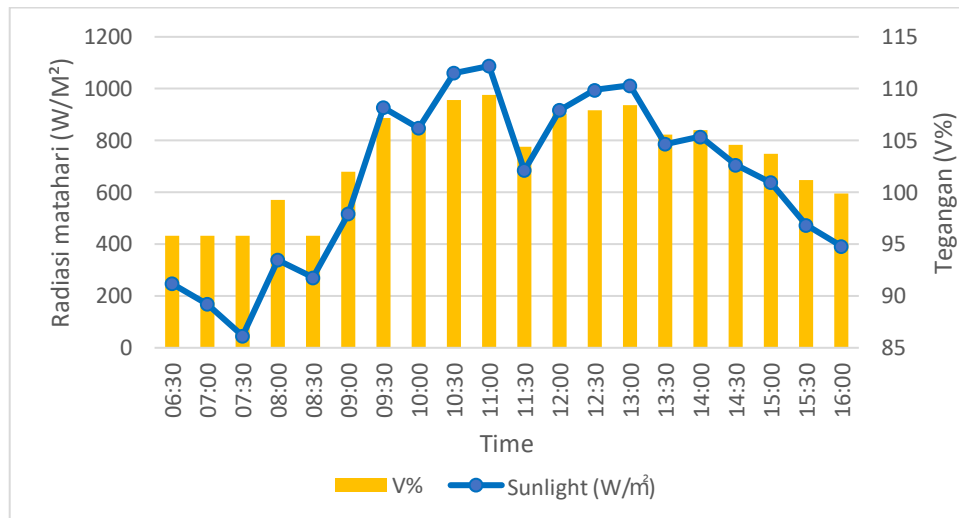
Gambar 4.4. Berdasarkan grafik di atas data radiasi matahari pada tanggal 17-10-2021 menunjukan bahwa pencapaian radiasi matahari tertinggi pada jam 11:00 dengan 1087,5W/M² pada suhu panel 45,6°C dan suhu lingkungan 32,3°C . Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 685W/M² dengan

suhu panel $40,1^{\circ}\text{C}$ dan suhu lingkungan $30,0$. Setelah terjadi penurunan tak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari $917\text{W}/\text{M}^2$, suhu panel dan suhu lingkungan ikut meningkat mencapai $40,5^{\circ}\text{C}$, $30,6^{\circ}\text{C}$.



Gambar 4.5 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian terhadap kW dan kVar pada tanggal 17-10-2021

Gambar 4.5. Berdasarkan data radiasi matahari, kW dan kVar pada grafik di atas, pada tanggal 17-10-2021 pukul 11:00 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar $1087,5\text{W}/\text{M}^2$ menghasilkan daya listrik sebesar $1087,5\text{kW}$ dan $2204,2\text{kVar}$. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari $685\text{W}/\text{M}^2$ menghasilkan daya listrik sebesar $617,6\text{kW}$ dan $121,8\text{kVar}$. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari $917\text{W}/\text{M}^2$, daya listrik juga ikut meningkat mencapai $875,8\text{kW}$ dan $172,8\text{kVar}$



Gambar 4.6 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian terhadap tegangan pada tanggal 17-10-2021

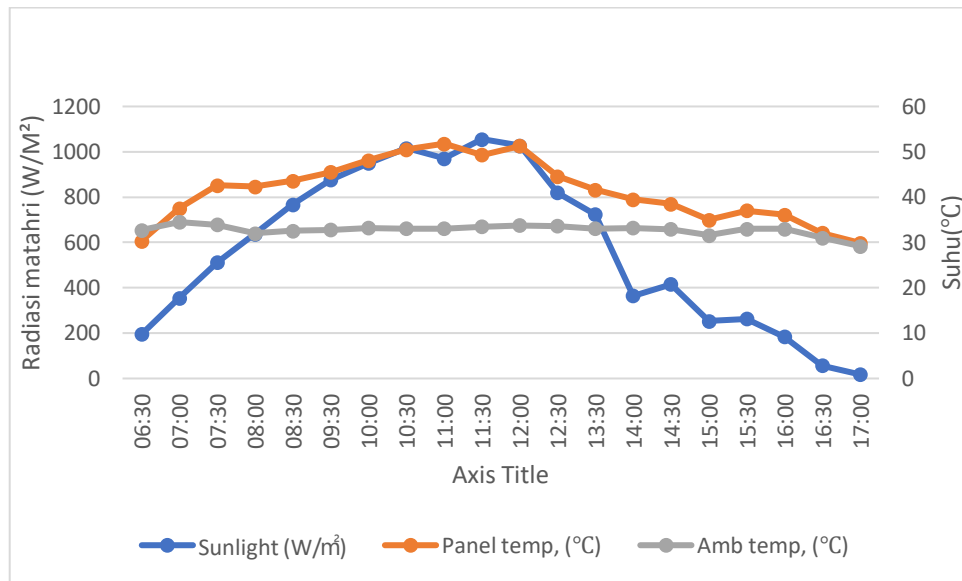
Gambar 4.6. Berdasarkan data radiasi matahari dan tegangan pada grafik di atas, pada tanggal 17-10-2021 pukul 11:00 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1087,5W/M² menghasilkan tegangan listrik sebesar 109,4V%. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 685W/M² menghasilkan tegangan listrik sebesar 104,4V%. kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 917W/M², tegangan listrik ikut naik mencapai 107,6V%.

Tabel 4.3. Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal 18-10-2021)

Time	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi ETAP		
	Sunlight (W/m ²)	Panel temp. (°C)	Amb temp. (°C)	Kw	KVar	V%
06:30	195,7	30,3	32,7	0,04	0,008	95,81
07:00	354,5	37,5	34,5	237,7	46,9	99,37
07:30	511,4	42,6	33,9	421,2	853,1	101,9
08:00	637,2	42,3	32,0	561,1	110,7	103,7
08:30	766,8	43,6	32,6	700,7	138,2	105,5
09:30	876,7	45,5	32,8	815,2	160,9	106,9
10:00	949,8	48,1	33,2	887,4	175,1	107,7
10:30	1016,2	50,5	33,1	947,5	187	108,4
11:00	970,9	51,8	33,1	900,6	177,7	107,9

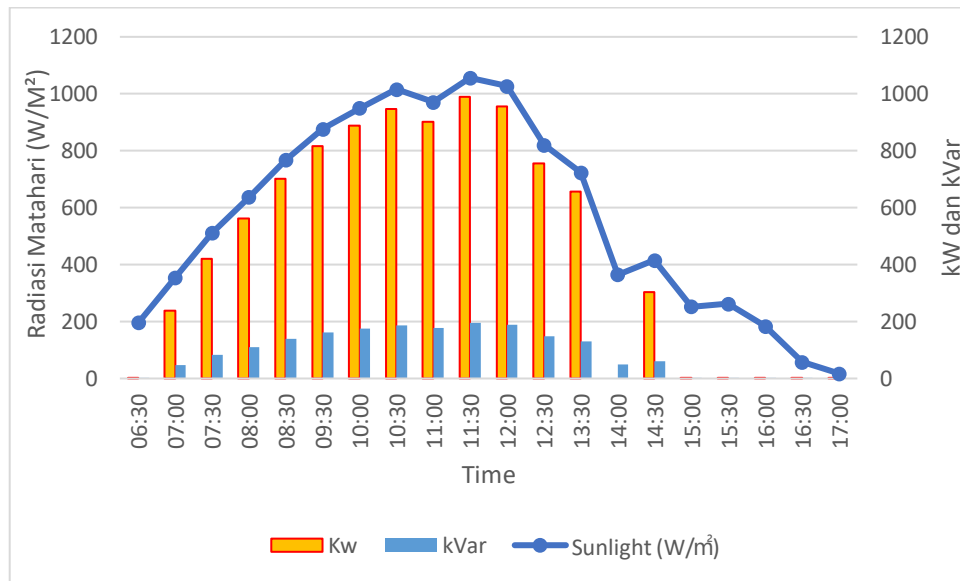
<i>Time</i>	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi ETAP		
	<i>Sunlight (W/m²)</i>	<i>Panel temp. (°C)</i>	<i>Amb temp. (°C)</i>	Kw	KVar	V%
11:30	1055,9	49,3	33,5	989,8	195,4	108,9
12:00	1026,7	51,3	33,8	955,1	188,5	108,5
12:30	819,6	44,6	33,6	755,3	149	106,1
13:30	722,9	41,6	33,1	657,6	129,7	104,9
14:00	364,4	39,5	33,2	244,5	48,2	99,47
14:30	415,8	38,5	32,9	302,5	59,6	100,3
15:00	252,7	35	31,6	0,071	0,014	95,81
15:30	262,7	37	33,0	0,101	0,02	95,81
16:00	184	36,1	33,0	0,019	0,004	95,81
16:30	57,4	32,1	31,0	0,004	0,001	95,81
17:00	17,7	29,9	29,2	0,001	0	95,81

Tabel diatas hasil dari data radiasi matahari suhu panel dan suhu lingkungan yang disimulasikan menggunakan *software* ETAP 19.0. dari hasil simulasi dapat dikatakan jika radiasi matahari dan suhu panel berpengaruh pada hasil *output* daya yang dihasilkan PLTS, semakin rendah radiasi matahari, semakin rendah daya *output* yang dihasilkan, semakin tinggi radiasi matahari, semakin tinggi pula daya *output* yang dihasilkan. Sesuai dengan data yang ada pada PLTS 2MWP Sumalata dalam sehari perubahan radiasi matahari hanya berselang 30 menit. PLTS akan mendapatkan *output* daya yang sesuai ketika radiasi matahari mencapai 1000W/M². Pada tanggal 18-10-2021 puncak radiasi matahari ada pada jam 10:30, 11:30, dan 12:00. Dan puncak radiasi terendah ada pada jam 16:30 dan 17:00.



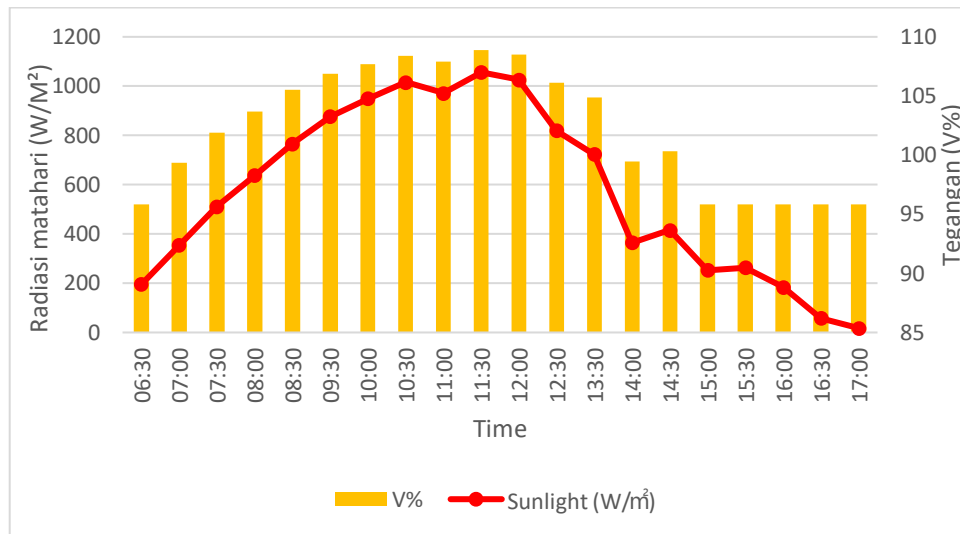
Gambar 4.7 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 18-10-2021

Gambar 4.7. Berdasarkan grafik di atas data radiasi matahari pada tanggal 18-10-2021 menunjukkan bahwa pencapaian radiasi matahari tertinggi pada jam 10:30 dengan 1016,2W/M² pada suhu panel 50,5°C dan suhu lingkungan 33,1°C . Kemudian pukul 11:00 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 970,9W/M² dengan suhu panel 51,8°C dan suhu lingkungan 31,1. Setelah terjadi penurunan tak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 11:30 dengan radiasi matahari 1055,9W/M², suhu panel dan suhu lingkungan ikut meningkat mencapai 49,3°C, 33,5°C.



Gambar 4.8 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian terhadap kW dan kVar pada tanggal 18-10-2021

Gambar 4.8. Berdasarkan data radiasi matahari, kW dan kVar pada grafik di atas, pada tanggal 18-10-2021 pukul 10:30 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1016,2W/M² menghasilkan daya listrik sebesar 947,5kW dan 187kVar. Kemudian pukul 11:00 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 970,9W/M² menghasilkan daya listrik sebesar 900,6Kw dan 177,7kVar. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 11:30 dengan radiasi matahari 1055,9W/M², daya listrik juga ikut meningkat mencapai 989,8kW dan 188,5kVar



Gambar 4.9 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian tegangan pada tanggal 18-10-2021

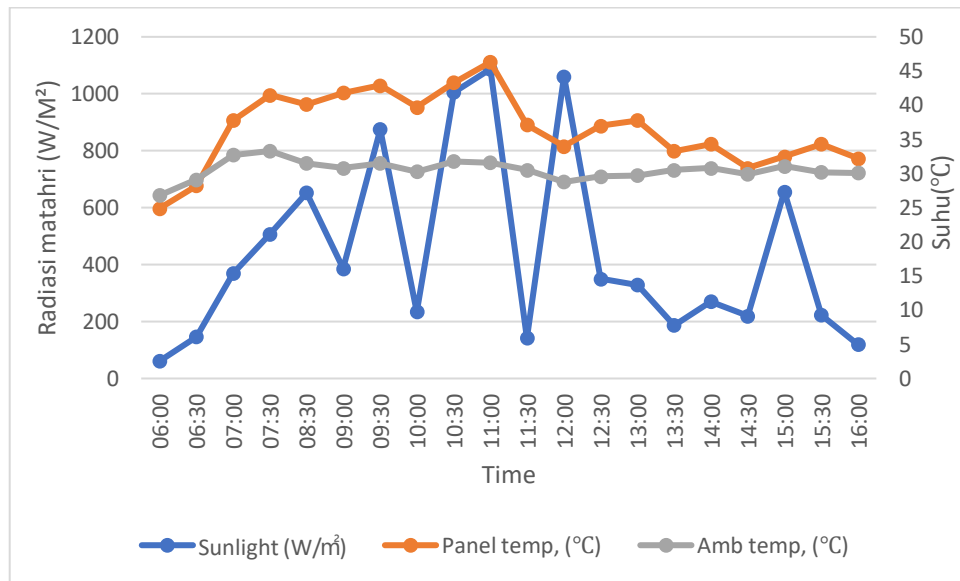
Gambar 4.9. Berdasarkan data radiasi matahari dan tegangan pada grafik di atas, pada tanggal 18-10-2021 pukul 10:30 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1016,2W/M² menghasilkan tegangan listrik sebesar 108,4%. Kemudian pukul 11:00 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 970W/M² menghasilkan tegangan listrik sebesar 107,9V%. kenaikan terjadi kembali pada pukul 11:30 dengan radiasi matahari 1055,9W/M², tegangan listrik ikut naik mencapai 108,9V%.

Tabel 4.4. Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal 19-10-2021)

Time	Data Record/Dokumenter PLTS			SIMULASI ETAP		
	Sunlight (W/m ²)	Panel temp. (°C)	Amb temp. (°C)	Kw	KVar	V%
06:00	61,2	24,9	26,8	0,001	0	95,81
06:30	146,8	28,2	29,1	0,011	0,002	95,81
07:00	368,7	37,8	32,7	252	49,7	99,58
07:30	507,6	41,5	33,3	419	82,6	101,9
08:30	652,1	40,1	31,5	581,5	114,7	104
09:00	385,5	41,8	30,8	264,8	52,2	99,75
09:30	874,8	42,9	31,5	821,9	162,2	106,9
10:00	234,8	39,7	30,3	0,047	0,009	95,81

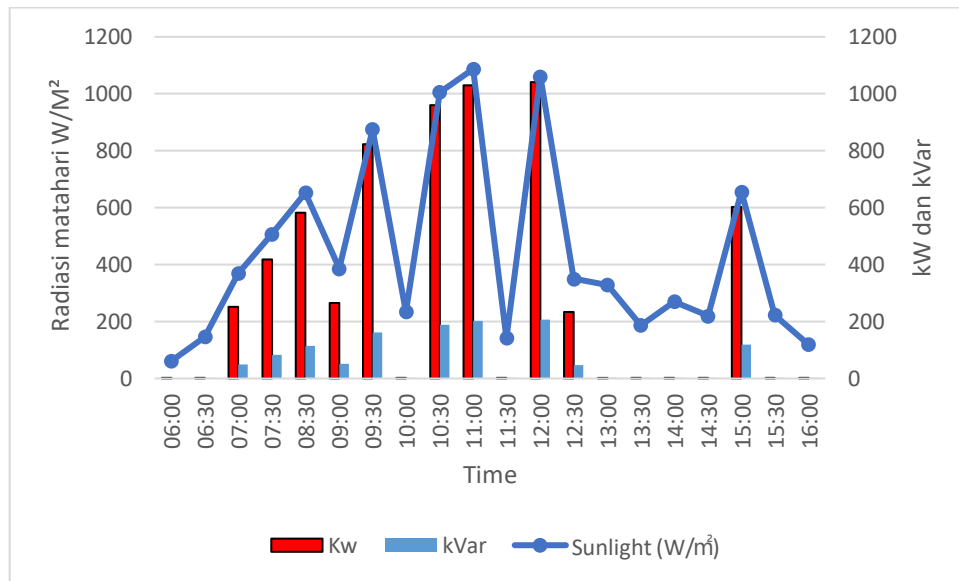
<i>Time</i>	Data Record/Dokumenter PLTS			SIMULASI ETAP		
	<i>Sunlight (W/m²)</i>	<i>Panel temp. (°C)</i>	<i>Amb temp. (°C)</i>	Kw	KVar	V%
10:30	1005,6	43,3	31,8	959	189,3	108,5
11:00	1086,9	46,3	31,6	1030	203,3	109,3
11:30	141,8	37,1	30,5	0,012	0,002	95,81
12:00	1060,2	34	28,8	1042	205,8	109,4
12:30	349,6	37	29,6	232,8	45,9	99,3
13:00	328,4	37,8	29,7	2,85	0,562	95,85
13:30	187,1	33,3	30,5	0,029	0,006	95,81
14:00	270,1	34,3	30,8	0,112	0,022	95,81
14:30	219,3	30,8	29,9	0,043	0,008	95,81
15:00	655,9	32,5	31,1	603,3	119	104,3
15:30	223	34,3	30,2	0,048	0,01	95,81
16:00	119,5	32,2	30,1	0,006	0,001	95,81

Tabel diatas hasil dari data radiasi matahari suhu panel dan suhu lingkungan yang disimulasikan menggunakan *software* ETAP 19.0. dari hasil simulasi dapat dikatakan jika radiasi matahari dan suhu panel berpengaruh pada hasil *output* daya yang dihasilkan PLTS, semakin rendah radiasi matahari, semakin rendah daya *output* yang dihasilkan, semakin tinggi radiasi matahari, semakin tinggi pula daya output yang dihasilkan. Sesuai dengan data yang ada pada PLTS 2MWP Sumalata dalam sehari perubahan radiasi matahari hanya berselang 30 menit. PLTS akan mendapatkan output daya yang sesuai ketika radiasi matahari mencapai 1000W/M². Pada tanggal 19-10-2021 puncak radiasi matahari ada pada jam 10:30, 11:00, dan 11:30. Dan puncak radiasi terendah ada pada jam 06:30.



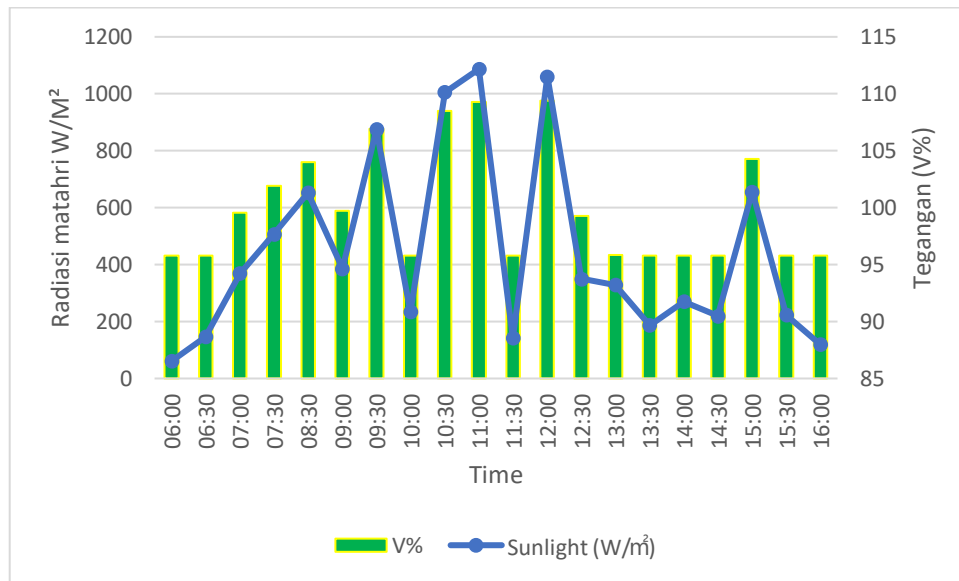
Gambar 4.10 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 19-10-2021

Gambar 4.10. Berdasarkan grafik di atas data radiasi matahari pada tanggal 19-10-2021 menunjukkan bahwa pencapaian radiasi matahari tertinggi pada jam 11:00 dengan radiasi 1086,9W/M² pada suhu panel 46,3°C dan suhu lingkungan 31,6°C . Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan yang signifikan dengan radiasi matahari 141,8W/M² dengan suhu panel 37,1°C dan suhu lingkungan 30,5°C. Setelah terjadi penurunan tak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 1060,2W/M², suhu panel dan suhu lingkungan ikut meningkat mencapai 34°C, 28,8°C.



Gambar 4.11 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian kW dan kVar pada tanggal 19-10-2021

Gambar 4.11. Berdasarkan data radiasi matahari, kW dan kVar pada grafik di atas, pada tanggal 19-10-2021 pukul 11:00 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1086,9W/M² menghasilkan daya listrik sebesar 1030kW dan 203,3Var. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 141,8W/M² menghasilkan daya listrik sebesar 0,012Kw dan 0,002kVar. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 10,60W/M², daya listrik juga ikut meningkat mencapai 1042kW dan 205,8kVar.



Gambar 4.12 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian tegangan pada tanggal 19-10-2021

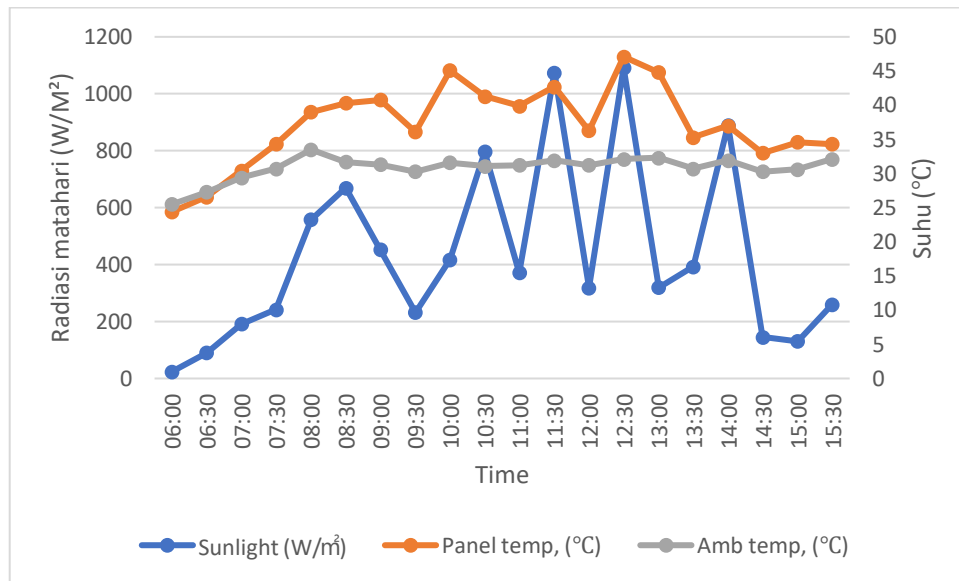
Gambar 4.12. Berdasarkan data radiasi matahari dan tegangan pada grafik di atas, pada tanggal 19-10-2021 pukul 11:00 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar $1086,9W/M^2$ menghasilkan tegangan listrik sebesar 109,3%. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari $141,8W/M^2$ menghasilkan tegangan listrik sebesar 95,81V%. kenaikan terjadi kembali pada pukul 11:30 dengan radiasi matahari $1060,2W/M^2$, tegangan listrik ikut naik mencapai 109,4V%.

Tabel 4.5. Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal 20-10-2021)

Time	Data Record/Dokumenter PLTS			SIMULASI ETAP		
	Sunlight (W/m^2)	Panel temp. ($^{\circ}C$)	Amb temp. ($^{\circ}C$)	kW	KVar	V%
06:00	61,2	24,9	26,8	0,001	0	95,81
06:30	146,8	28,2	29,1	0,011	0,002	95,81
07:00	368,7	37,8	32,7	252	49,7	99,58
07:30	507,6	41,5	33,3	419	82,6	101,9
08:30	652,1	40,1	31,5	581,5	114,7	104

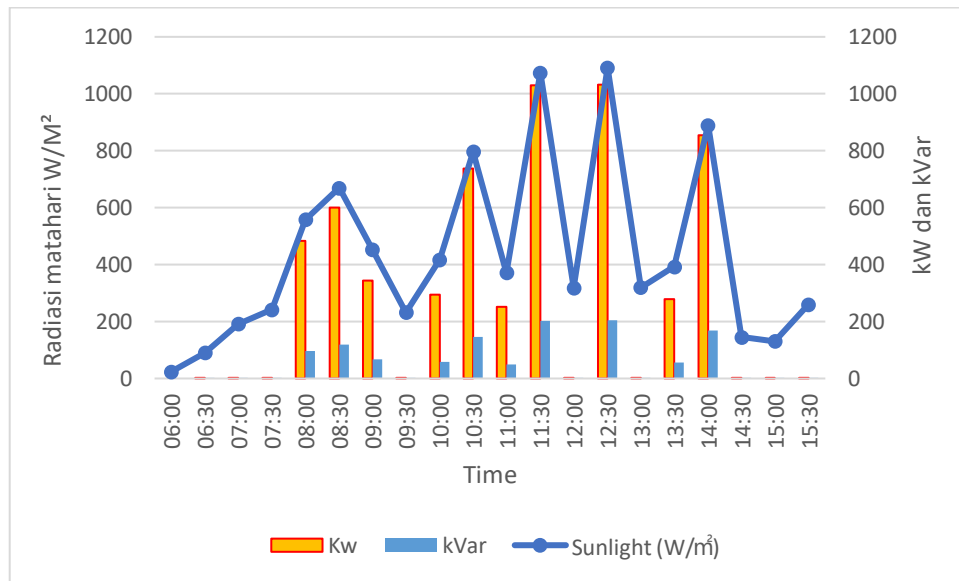
<i>Time</i>	Data Record/Dokumenter PLTS			SIMULASI ETAP		
	<i>Sunlight (W/m²)</i>	<i>Panel temp. (°C)</i>	<i>Amb temp. (°C)</i>	kW	KVar	V%
09:00	385,5	41,8	30,8	264,8	52,2	99,75
09:30	874,8	42,9	31,5	821,9	162,2	106,9
10:00	234,8	39,7	30,3	0,047	0,009	95,81
10:30	1005,6	43,3	31,8	959	189,3	108,5
11:00	1086,9	46,3	31,6	1030	203,3	109,3
11:30	141,8	37,1	30,5	0,012	0,002	95,81
12:00	1060,2	34	28,8	1042	205,8	109,4
12:30	349,6	37	29,6	232,8	45,9	99,3
13:00	328,4	37,8	29,7	2,85	0,562	95,85
13:30	187,1	33,3	30,5	0,029	0,006	95,81
14:00	270,1	34,3	30,8	0,112	0,022	95,81
14:30	219,3	30,8	29,9	0,043	0,008	95,81
15:00	655,9	32,5	31,1	603,3	119	104,3
15:30	223	34,3	30,2	0,048	0,01	95,81
16:00	119,5	32,2	30,1	0,006	0,001	95,81

Tabel diatas hasil dari data radiasi matahari suhu panel dan suhu lingkungan yang disimulasikan menggunakan *software* ETAP 19.0. dari hasil simulasi dapat dikatakan jika radiasi matahari dan suhu panel berpengaruh pada hasil *output* daya yang dihasilkan PLTS, semakin rendah radiasi matahari, semakin rendah daya *output* yang dihasilkan, semakin tinggi radiasi matahari, semakin tinggi pula daya *output* yang dihasilkan. Sesuai dengan data yang ada pada PLTS 2MWP Sumalata dalam sehari perubahan radiasi matahari hanya berselang 30 menit. PLTS akan mendapatkan *output* daya yang sesuai ketika radiasi matahari mencapai 1000W/M². Pada tanggal 20-10-2021 puncak radiasi matahari ada pada jam 10:30, 11:00, dan 12:30. Dan puncak radiasi terendah ada pada jam 16:00



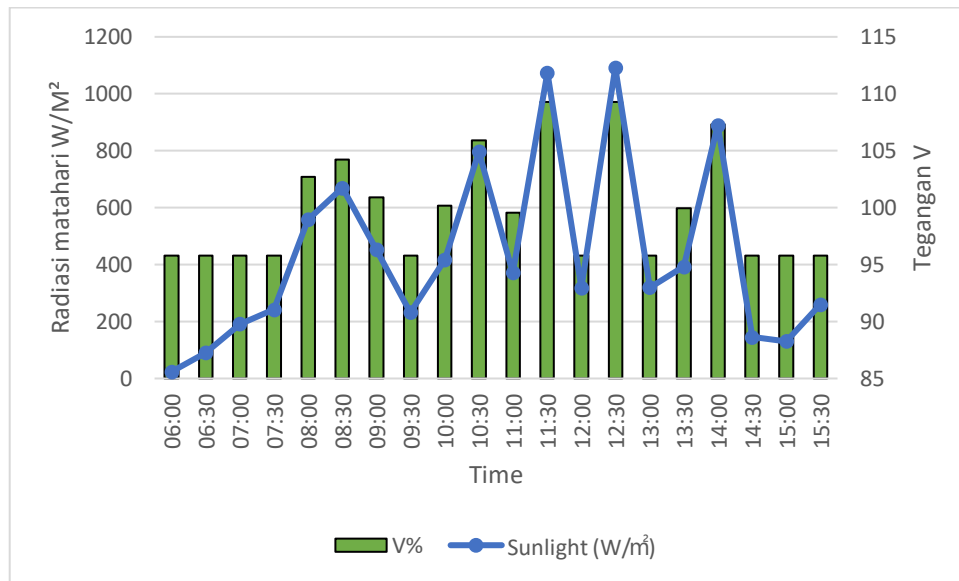
Gambar 4.13 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 20-10-2021

Gambar 4.13. Berdasarkan grafik di atas data radiasi matahari pada tanggal 20-10-2021 menunjukkan bahwa pencapaian radiasi matahari tertinggi pada jam 11:30 dengan radiasi 1074,4W/M² pada suhu panel 42,7°C dan suhu lingkungan 31,9°C . Kemudian pukul 12:00 terjadi penurunan yang signifikan dengan radiasi matahari 319,1W/M² dengan suhu panel 36,3°C dan suhu lingkungan 31,2°C. Setelah terjadi penurunan tak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:30 dengan radiasi matahari 1091,8W/M², suhu panel dan suhu lingkungan ikut meningkat mencapai 47,1°C, 32,1°C.



Gambar 4. Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian terhadap kW dan kVar pada tanggal 20-10-21

Gambar 4.14. Berdasarkan data radiasi matahari, kW dan kVar pada grafik di atas, pada tanggal 20-10-2021 pukul 11:30 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1074,4W/M² menghasilkan daya listrik sebesar 1030kW dan 203,3Var. Kemudian pukul 12:00 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 319,1W/M² menghasilkan daya listrik sebesar 0,438Kw dan 0,086kVar. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:30 dengan radiasi matahari 1091,8W/M², daya listrik juga ikut meningkat mencapai 1032kW dan 203,6kVar.



Gambar 4.15 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian terhadap tegangan pada tanggal 20-10-2021

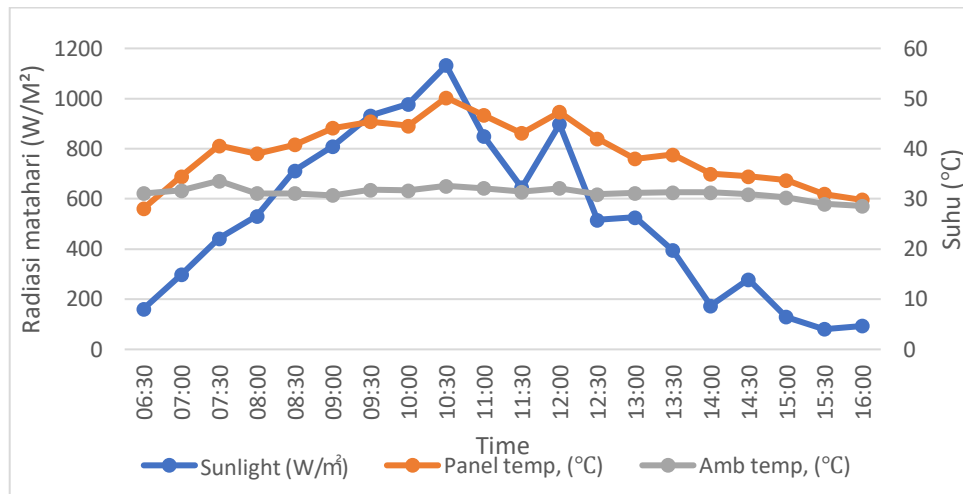
Gambar 4.15. Berdasarkan data radiasi matahari dan tegangan pada grafik di atas, pada tanggal 20-10-2021 pukul 11:30 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1074,4W/M² menghasilkan tegangan listrik sebesar 109,3%. Kemudian pukul 12:00 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 319,1W/M² menghasilkan tegangan listrik sebesar 95,81V%. kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:30 dengan radiasi matahari 1091,8W/M², tegangan listrik ikut naik mencapai 109,3V%.

Tabel 4.6. Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel suhu dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal 24-10-2021)

Time	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi Etap		
	Sunlight (W/m ²)	Panel temp. (°C)	Amb temp. (°C)	Kw	kVar	V%
06:30	161	28,1	31,1	0,016	0,003	95,81
07:00	298,1	34,5	31,7	0,213	0,042	95,81
07:30	441,9	40,6	33,6	330,6	65,2	100,7
08:00	531,2	39	31,1	456,4	90	102,4
08:30	712,3	40,8	31,1	647,7	127,8	104,8

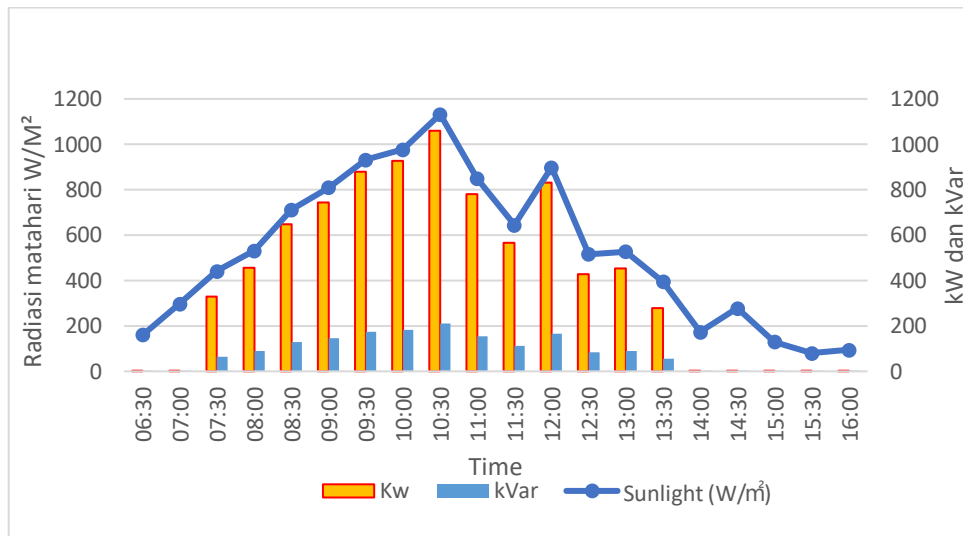
<i>Time</i>	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi Etap		
	<i>Sunlight (W/m²)</i>	<i>Panel temp. (°C)</i>	<i>Amb temp. (°C)</i>	Kw	kVar	V%
09:00	809,7	44,1	30,7	744,5	146,9	106
09:30	932,5	45,4	31,8	878	173,3	107,6
10:00	977,7	44,6	31,7	928,2	183,7	108,2
10:30	1132,1	50,2	32,6	1061	209,4	109,7
11:00	849,3	46,7	32,1	781,4	154,2	106,5
11:30	644,7	43,1	31,4	567,5	111,9	103,8
12:00	898,3	47,3	32,1	832,4	164,3	107,1
12:30	515,7	42,0	30,9	428,8	84,6	102
13:00	526,9	38,0	31,2	454	89,5	102,3
13:30	395,4	38,8	31,3	278,5	54,9	99,95
14:00	174	35,0	31,3	0,017	0,003	95,81
14:30	278,2	34,5	30,9	0,131	0,026	95,81
15:00	129,4	33,7	30,3	0,013	0,003	95,81
15:30	80,4	31,0	29,0	0,008	0,002	95,81
16:00	94	29,8	28,6	0,008	0,001	95,81

Tabel diatas hasil dari data radiasi matahari suhu panel dan suhu lingkungan yang disimulasikan menggunakan *software* ETAP 19.0. dari hasil simulasi dapat dikatakan jika radiasi matahari dan suhu panel berpengaruh pada hasil *output* daya yang dihasilkan PLTS, semakin rendah radiasi matahari, semakin rendah daya *output* yang dihasilkan, semakin tinggi radiasi matahari, semakin tinggi pula daya *output* yang dihasilkan. Sesuai dengan data yang ada pada PLTS 2MWP Sumalata dalam sehari perubahan radiasi matahari hanya berselang 30 menit. PLTS akan mendapatkan *output* daya yang sesuai ketika radiasi matahari mencapai 1000W/M². Pada tanggal 24-10-2021 puncak radiasi matahari ada pada jam 10:30. Dan puncak radiasi terendah ada pada jam 16:00



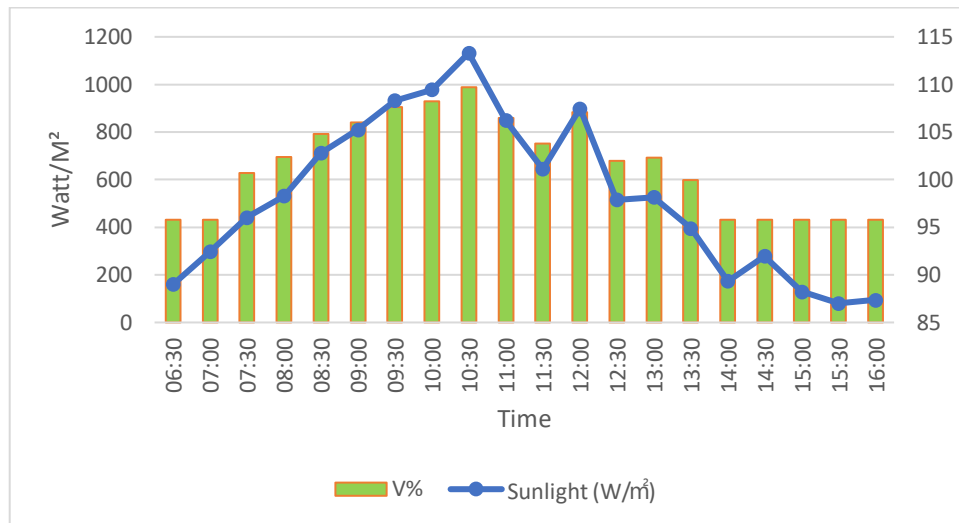
Gambar 4.16 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian 24-10-2021

Gambar 4.16. Berdasarkan grafik di atas data radiasi matahari pada tanggal 24-10-2021 menunjukkan bahwa pencapaian radiasi matahari tertinggi pada jam 10:30 dengan radiasi 1133,1W/M² pada suhu panel 50,2°C dan suhu lingkungan 32,6°C . Kemudian pukul 11:00-11:30 terjadi penurunan yang signifikan dengan radiasi matahari 849,3-644,7W/M² dengan suhu panel 46,7-43,1°C dan suhu lingkungan 32,1-31,4°C. Setelah terjadi penurunan tak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 898,3W/M², suhu panel dan suhu lingkungan ikut meningkat mencapai 47,3°C, 32,1°C.



Gambar 4.17 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian terhadap kW dan kVar 24-10-2021

Gambar 4.17. Berdasarkan data radiasi matahari, kW dan kVar pada grafik di atas, pada tanggal 24-10-2021 pukul 10:30 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1132,1W/M² menghasilkan daya listrik sebesar 1061kW dan 209,4Var. Kemudian pukul 11:00-11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 849,3-644,7W/M² menghasilkan daya listrik 781,4-567,5kW dan 154,2-111,9kVar. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 898,3W/M², daya listrik juga ikut meningkat mencapai 832,4kW dan 164,3kVar.



Gambar 4.18 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian terhadap tegangan 24-10-2021

Gambar 4.18. Berdasarkan data radiasi matahari dan tegangan pada grafik di atas, pada tanggal 19-10-2021 pukul 10:30 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1132,1W/M² menghasilkan tegangan listrik sebesar 109,7V%. Kemudian pukul 11:00-11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 849,3-644,7W/M² menghasilkan tegangan listrik 106,5-103,8V%. hanya berselang 30 menit kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 898,3W/M², tegangan listrik ikut naik mencapai 107,1V%.

1.3 Produksi Daya Listrik PLTS Yang Di Injeksikan Kedalam Grid Terhadap Tegangan Grid

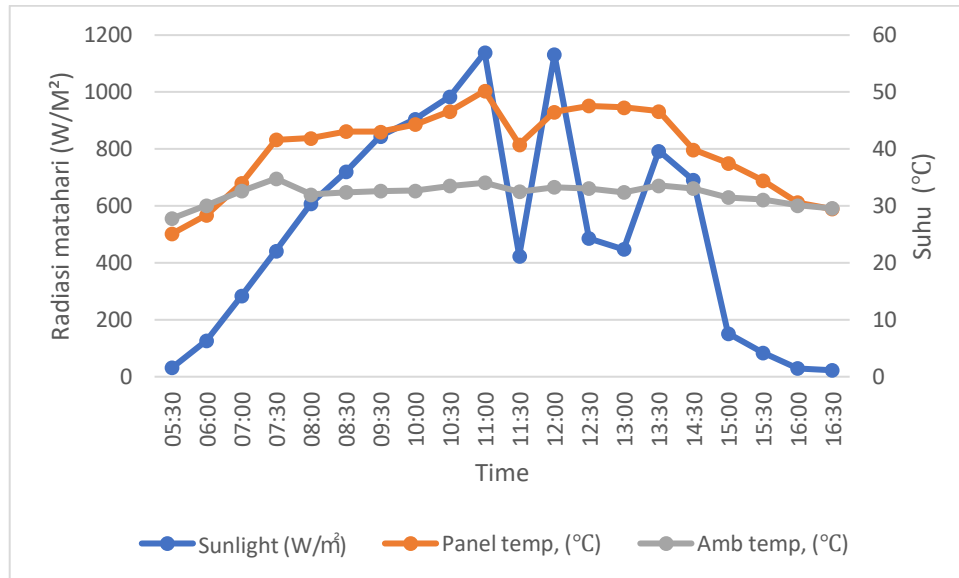
Tabel 4.7 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal (16-10-2021)

<i>Time</i>	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi Etap		
	<i>Sunlight (W/m²)</i>	<i>Panel temp, (°C)</i>	<i>Amb temp, (°C)</i>	kW	kVar	V%
05:30	32,1	25,1	27,8	0,003	0,001	98,14
06:00	126,9	28,4	30,1	0,024	0,005	98,14
07:00	283,8	34	32,6	0,282	0,056	98,15

<i>Time</i>	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi Etap		
	<i>Sunlight (W/m²)</i>	<i>Panel temp, (°C)</i>	<i>Amb temp, (°C)</i>	kW	kVar	V%
07:30	441,9	41,6	34,8	651	118,3	101,8
08:00	608,1	41,9	32	1048	181,8	103,8
08:30	719,7	43,1	32,4	1274	215,3	104,9
09:30	844,4	43	32,6	1535	251,7	106,1
10:00	905,8	44,3	32,7	1662	268,7	106,7
10:30	984,5	46,6	33,5	1812	288,1	107,3
11:00	1138,4	50,2	34,1	2074	320,4	108,5
11:30	423,9	40,8	32,5	611,6	111,7	101,6
12:00	1131,5	46,5	33,3	2089	322,2	108,5
12:30	486,6	47,6	33,1	742,6	133,5	102,2
13:00	448,1	47,3	32,4	645,1	117,3	101,7
13:30	792,9	46,6	33,6	1412	234,9	105,5
14:30	690,6	39,9	33,1	1230	209	104,7
15:00	151,7	37,5	31,5	0,023	0,005	98,14
15:30	84,1	34,5	31,1	0,005	0,001	98,14
16:00	29,6	30,6	30,1	0,002	0	98,14
16:30	22,7	29,5	29,6	0	0	98,14

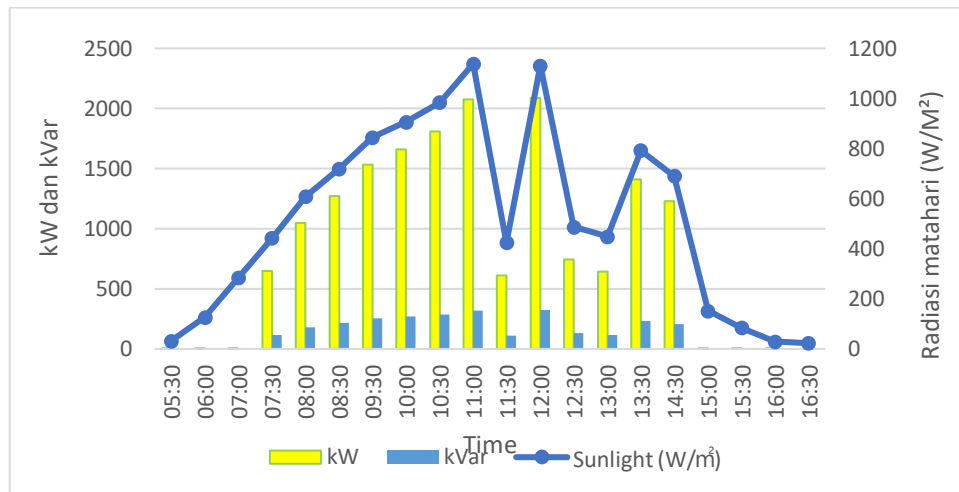
Tabel yang dapat dilihat atas hasil dari data radiasi matahari suhu panel dan suhu lingkungan yang disimulasikan menggunakan *software* ETAP 19.0. Dari data yang setelah di simulasikan data daya listrik dan tegangan ada pada sisi jaringan distribusi penyulang AG03 setelah masuknya PLTS Sumalata. Dari hasil simulasi dapat dikatakan jika radiasi matahari dan suhu panel berpengaruh pada hasil *output* daya yang dihasilkan PLTS, semakin rendah radiasi matahari, semakin rendah *output* daya yang dihasilkan, semakin tinggi radiasi matahari, semakin tinggi pula daya output yang dihasilkan. Sesuai dengan data yang ada pada PLTS 2MWP Sumalata dalam sehari perubahan radiasi matahari hanya berselang 30 menit. PLTS akan mendapatkan output daya yang sesuai ketika radiasi matahari mencapai

1000W/M². Pada tanggal 16-10-2021 puncak radiasi matahari ada pada jam 11:00, 12:00, dan puncak radiasi matahari terendah ada pada jam 16:00 dan 16:30.



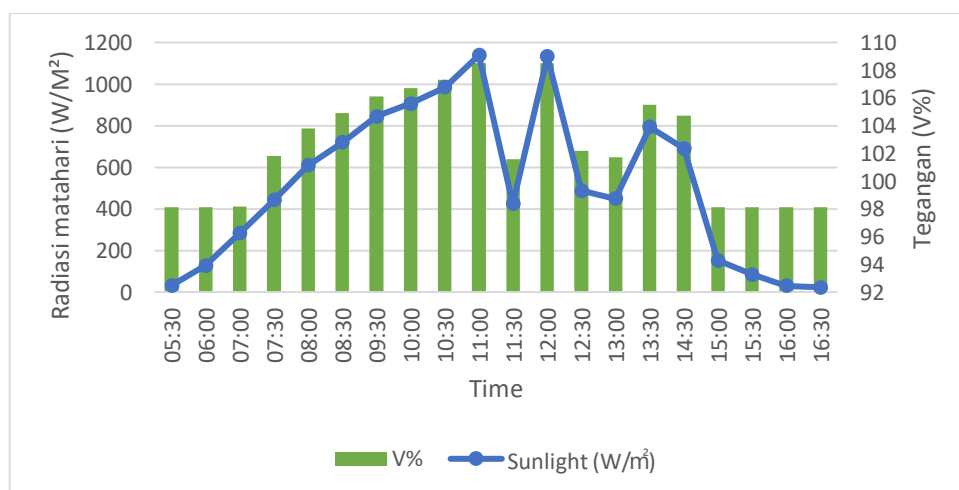
Gambar 4.19 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 16-10-2021

Berdasarkan grafik di atas data radiasi matahari pada tanggal 16-10-2021 menunjukkan bahwa pencapaian radiasi matahari tertinggi pada jam 11:00 dengan 1138,4 W/M² pada suhu panel 50,2°C dan suhu lingkungan 34,1°C . Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan yang signifikan dengan radiasi matahari 423,9 W/M² dengan suhu panel 40,8°C dan suhu lingkungan 32,5°C. Setelah terjadi penurunan tak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 1131,5 W/M², suhu panel dan suhu lingkungan ikut meningkat mencapai 46,5°C, 33,3°C.



Gambar 4.20 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 16-10-2021

Berdasarkan data radiasi matahari, kW dan kVar pada grafik di atas, pada tanggal 16-10-2021 pukul 11:00 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1138,4W/M² menghasilkan daya listrik sebesar 2074kW dan 320,4kVar. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 423,9W/M² menghasilkan daya listrik mencapai 611,6kW dan 111,7kVar. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 1131,5W/M², daya listrik juga ikut meningkat mencapai 2089kW dan 322,2kVar



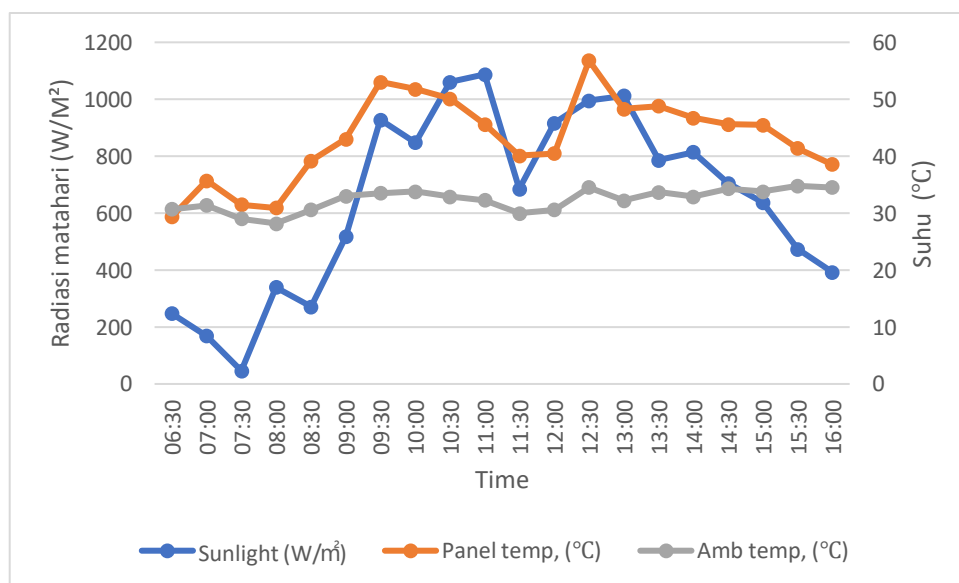
Gambar 4.21 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 16-10-2021

Berdasarkan data radiasi matahari dan tegangan pada grafik di atas, pada tanggal 16-10-2021 pukul 11:00 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1138,4W/M² menghasilkan tegangan listrik sebesar 108,5V%. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 423,9W/M² menghasilkan tegangan listrik mencapai 101,6%. Kenaikan terjadi kembali pada pukul 11:30 dengan radiasi matahari 1131,5W/M², tegangan listrik ikut naik mencapai 108,5V%

Tabel 4.8 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal (17-10-2021))

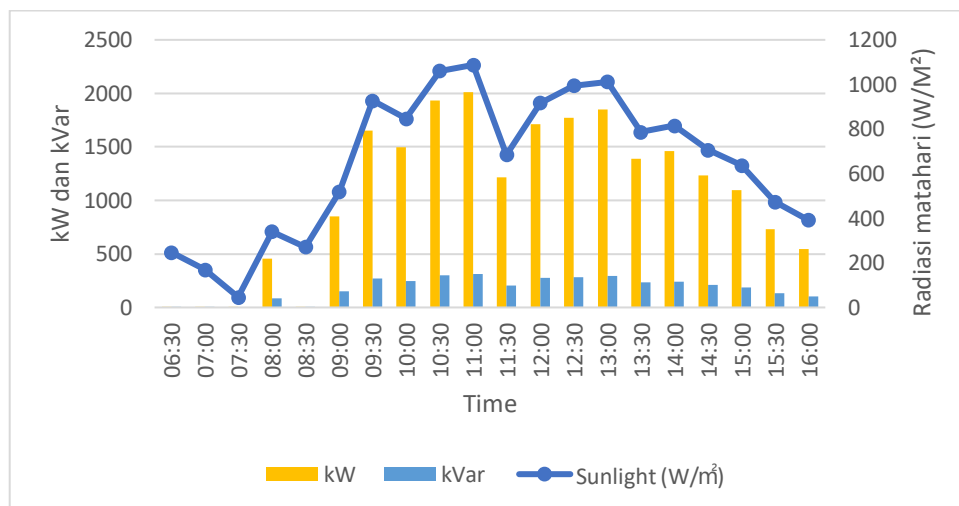
<i>Time</i>	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi Etap		
	<i>Sunlight (W/m²)</i>	<i>Panel temp, (°C)</i>	<i>Amb temp, (°C)</i>	kW	kVar	V%
06:30	247,2	29,4	30,7	0,169	0,033	98,14
07:00	169,1	35,7	31,4	0,045	0,009	98,14
07:30	46,3	31,5	29	0,002	0	98,14
08:00	339,6	30,9	28,2	457,1	85,1	100,7
08:30	271,4	39,2	30,6	0,191	0,038	98,14
09:00	517,6	43	33	847,6	150,5	102,8
09:30	927,4	53	33,5	1652	267,4	106,6
10:00	847,5	51,8	33,8	1499	246,9	105,9
10:30	1060,8	50,1	32,9	1931	303	107,8
11:00	1087,5	45,6	32,3	2012	313	108,2
11:30	685	40,1	30	1213	206,4	104,6
12:00	917	40,5	30,6	1710	275	106,9
12:30	995,1	56,8	34,5	1773	283,2	107,2
13:00	1012,4	48,3	32,2	1851	293,1	107,5
13:30	786,1	48,8	33,7	1388	231,5	105,4
14:00	814,6	46,7	32,9	1458	241,2	105,7
14:30	705,5	45,6	34,3	1235	209,6	104,7
15:00	637,9	45,5	33,8	1093	188,6	104
15:30	473,5	41,4	34,8	732,3	131,8	102,2
16:00	392,3	38,6	34,5	545,7	100,5	101,2

Tabel yang dapat dilihat atas hasil dari data radiasi matahari suhu panel dan suhu lingkungan yang disimulasikan menggunakan *software* ETAP 19.0. Dari data yang setelah di simulasikan data daya listrik dan tegangan ada pada sisi jaringan distribusi penyulang AG03 setelah masuknya PLTS Sumalata. Dari hasil simulasi dapat dikatakan jika radiasi matahari dan suhu panel berpengaruh pada hasil *output* daya yang dihasilkan PLTS, semakin rendah radiasi matahari, semakin rendah *output* daya yang dihasilkan, semakin tinggi radiasi matahari, semakin tinggi pula daya output yang dihasilkan. Sesuai dengan data yang ada pada PLTS 2MWP Sumalata dalam sehari perubahan radiasi matahari hanya berselang 30 menit. PLTS akan mendapatakan *output* daya yang sesuai ketika radiasi matahari mencapai 1000W/M². Pada tanggal 17-10-2021 puncak radiasi matahari ada pada jam 10:30, 11:00, 13:00 dan puncak radiasi matahari terendah ada pada jam 07:30.



Gambar 4.22 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 17-10-2021

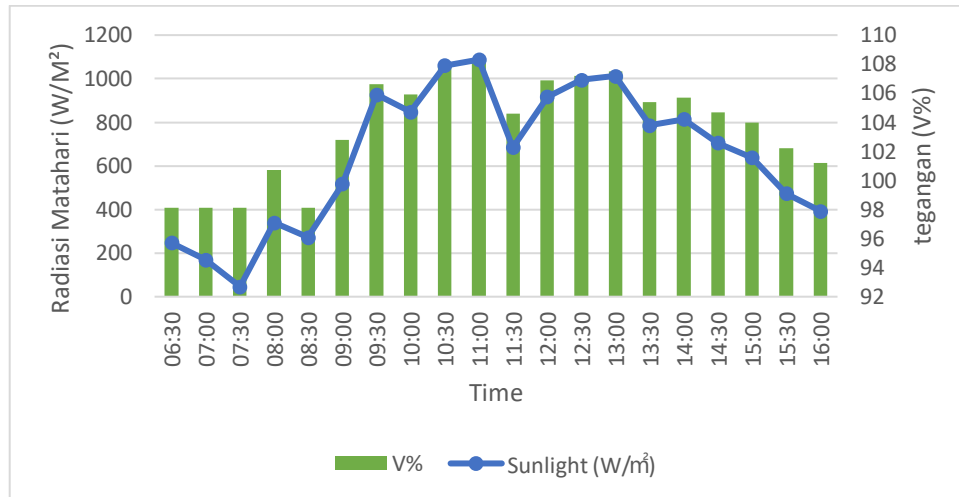
Berdasarkan grafik di atas data radiasi matahari pada tanggal 17-10-2021 menunjukkan bahwa pencapaian radiasi matahari tertinggi pada jam 11:00 dengan $1087,5\text{W/M}^2$ pada suhu panel $45,6^\circ\text{C}$ dan suhu lingkungan $32,3^\circ\text{C}$. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 685W/M^2 dengan suhu panel $40,1^\circ\text{C}$ dan suhu lingkungan $30,0$. Setelah terjadi penurunan tidak berselang lama kenaikan radiasi matahari terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 917W/M^2 , suhu panel dan suhu lingkungan ikut meningkat mencapai $40,5^\circ\text{C}$, $30,6^\circ\text{C}$.



Gambar 4.23 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 17-10-2021

Berdasarkan data radiasi matahari, kW dan kVar pada grafik di atas, pada tanggal 17-10-2021 pukul 11:00 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar $1087,5\text{W/M}^2$ menghasilkan daya listrik sebesar 2012kW dan 313kVar . Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 685W/M^2 menghasilkan daya listrik mencapai 1213kW dan $206,4\text{kVar}$. Tidak berselang lama kenaikan

terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 917W/M^2 , daya listrik juga ikut meningkat mencapai 1710kW dan 275kVar .



Gambar 4.24 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 17-10-2021

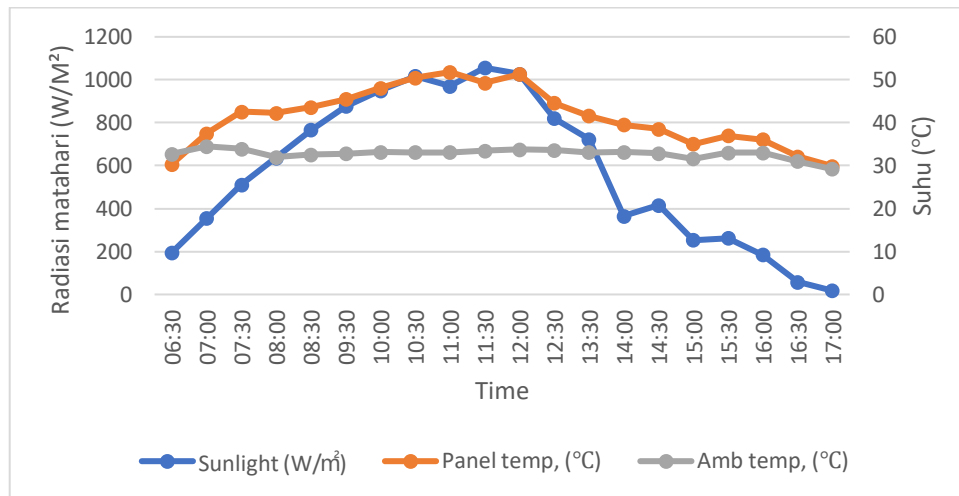
Berdasarkan data radiasi matahari dan tegangan pada grafik di atas, pada tanggal 17-10-2021 pukul 11:00 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar $1087,5\text{W/M}^2$ menghasilkan tegangan listrik sebesar $108,2\text{V}\%$. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 685W/M^2 menghasilkan tegangan listrik mencapai $104,6\text{V}\%$. kenaikan terjadi kembali pada pukul 11:30 dengan radiasi matahari 917W/M^2 , tegangan listrik ikut naik mencapai $106,9\text{V}\%$.

Tabel 4.9 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal (18-10-2021))

Time	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi Etap		
	Sunlight (W/m^2)	Panel temp, ($^{\circ}\text{C}$)	Amb temp, ($^{\circ}\text{C}$)	Kw	kVar	V%
06:30	195,7	30,3	32,7	0,079	0,016	98,14
07:00	354,5	37,5	34,5	471,8	87,6	100,8
07:30	511,4	42,6	33,9	831,6	147,9	102,7
08:00	637,2	42,3	32	1104	190,2	104

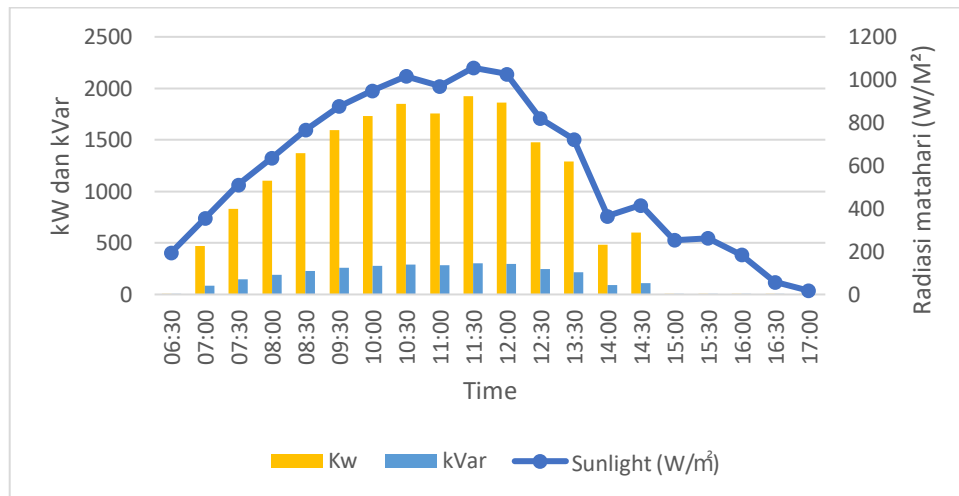
<i>Time</i>	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi Etap		
	<i>Sunlight (W/m²)</i>	<i>Panel temp, (°C)</i>	<i>Amb temp, (°C)</i>	Kw	kVar	V%
08:30	766,8	43,6	32,6	1373	229,5	105,3
09:30	876,7	45,5	32,8	1594	259,7	106,4
10:00	949,8	48,1	33,2	1732	277,9	107
10:30	1016,2	50,5	33,1	1847	292,5	107,5
11:00	970,9	51,8	33,1	1757	281,2	107,1
11:30	1055,9	49,3	33,5	1927	302,6	107,8
12:00	1026,7	51,3	33,8	1861	294,4	107,5
12:30	819,6	44,6	33,6	1479	244,1	105,8
13:30	722,9	41,6	33,1	1290	217,6	104,9
14:00	364,4	39,5	33,2	485	90	100,9
14:30	415,8	38,5	32,9	599,2	109,6	101,5
15:00	252,7	35	31,6	0,143	0,028	98,14
15:30	262,7	37	33	0,201	0,04	98,14
16:00	184	36,1	33	0,038	0,007	98,14
16:30	57,4	32,1	31	0,009	0,002	98,14
17:00	17,7	29,9	29,2	0,002	0	98,14

Tabel yang dapat dilihat atas hasil dari data radiasi matahari suhu panel dan suhu lingkungan yang disimulasikan menggunakan *software* ETAP 19.0. Dari data yang setelah di simulasikan data daya listrik dan tegangan ada pada sisi jaringan distribusi penyulang AG03 setelah masuknya PLTS Sumalata. Dari hasil simulasi dapat dikatakan jika radiasi matahari dan suhu panel berpengaruh pada hasil *output* daya yang dihasilkan PLTS, semakin rendah radiasi matahari, semakin rendah *output* daya yang dihasilkan, semakin tinggi radiasi matahari, semakin tinggi pula daya output yang dihasilkan. Sesuai dengan data yang ada pada PLTS 2MWP Sumalata dalam sehari perubahan radiasi matahari hanya berselang 30 menit. PLTS akan mendapatkan output daya yang sesuai ketika radiasi matahari mencapai 1000W/M². Pada tanggal 18-10-2021 puncak radiasi matahari ada pada jam 10:30 11:00, 12:00, dan puncak radiasi matahari terendah ada pada jam 16:30 dan 17:00



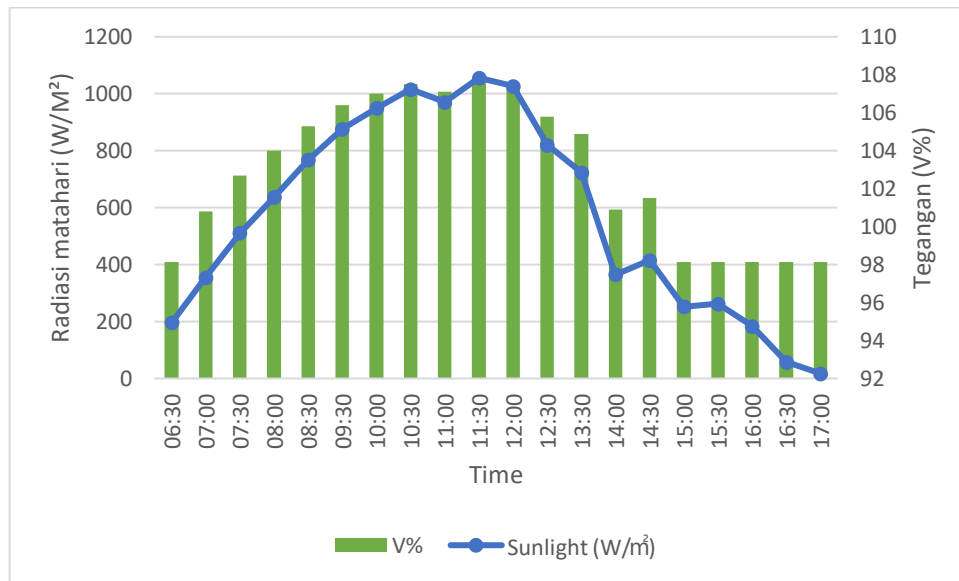
Gambar 4.25 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 18-10-2021

Berdasarkan grafik di atas data radiasi matahari pada tanggal 18-10-2021 menunjukkan bahwa pencapaian radiasi matahari tertinggi pada jam 10:30 dengan 1016,2W/M² pada suhu panel 50,5°C dan suhu lingkungan 33,1°C . Kemudian pukul 11:00 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 970,9W/M² dengan suhu panel 51,8°C dan suhu lingkungan 31,1. Setelah terjadi penurunan tak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 11:30 dengan radiasi matahari 1055,9W/M², suhu panel dan suhu lingkungan ikut meningkat mencapai 49,3°C, 33,5°C.



Gambar 4.26 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 18-10-2021

Berdasarkan data radiasi matahari, kW dan kVar pada grafik di atas, pada tanggal 18-10-2021 pukul 10:30 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1016,2W/M² menghasilkan daya listrik sebesar 1847kW dan 292,5kVar. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 970,9W/M² menghasilkan daya listrik mencapai 1757,9kW dan 281,2kVar. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 1055,9W/M², daya listrik juga ikut meningkat mencapai 1927kW dan 302,6kVar.



Gambar 4.27 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 18-10-2021

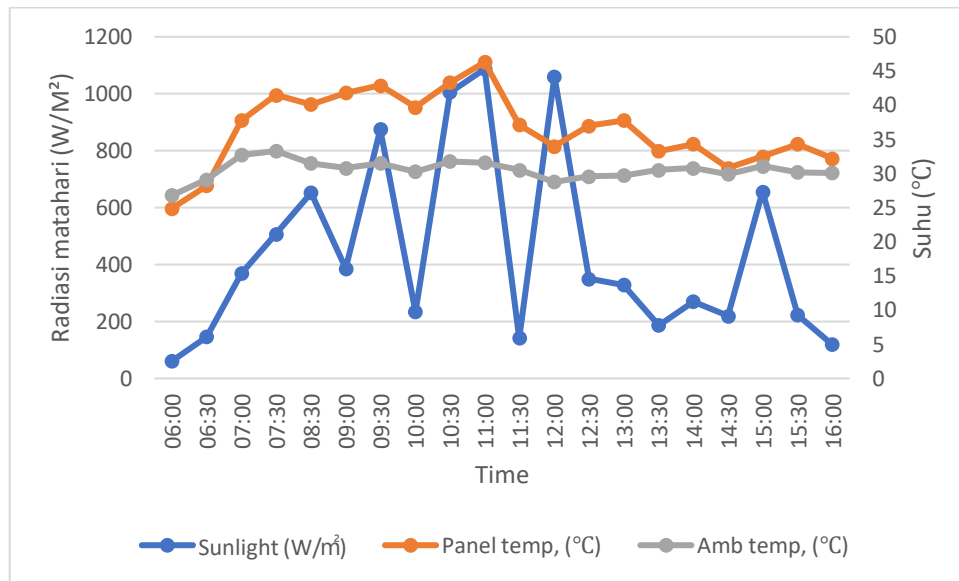
Berdasarkan data radiasi matahari dan tegangan pada grafik di atas, pada tanggal 18-10-2021 pukul 10:30 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1016,2W/M² menghasilkan tegangan listrik sebesar 107,5V%. Kemudian pukul 11:00 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 970,9W/M² menghasilkan tegangan listrik mencapai 107,1V%. kenaikan terjadi kembali pada pukul 11:30 dengan radiasi matahari 1055,9W/M², tegangan listrik ikut naik mencapai 107,8V%.

Tabel 4.10 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal (19-10-2021))

Time	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi Etap		
	Sunlight (W/m ²)	Panel temp, (°C)	Amb temp, (°C)	kW	kVar	V%
06:00	61,2	24,9	26,8	0,003	0,001	98,14
06:30	146,8	28,2	29,1	0,022	0,004	98,14
07:00	368,7	37,8	32,7	499,9	92,5	101
07:30	507,6	41,5	33,3	827,4	147,3	102,7

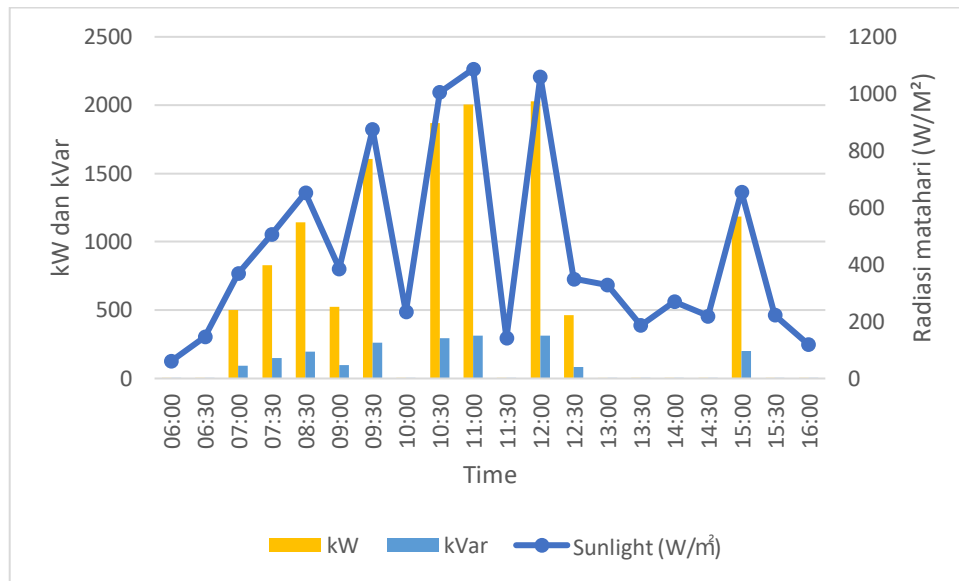
<i>Time</i>	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi Etap		
	<i>Sunlight (W/m²)</i>	<i>Panel temp, (°C)</i>	<i>Amb temp, (°C)</i>	kW	kVar	V%
08:30	652,1	40,1	31,5	1143	196,1	104,2
09:00	385,5	41,8	30,8	525,2	96,9	101,1
09:30	874,8	42,9	31,5	1606	261,4	106,4
10:00	234,8	39,7	30,3	0,093	0,018	98,14
10:30	1005,6	43,3	31,8	1869	295,3	107,6
11:00	1086,9	46,3	31,6	2004	312	108,2
11:30	141,8	37,1	30,5	0,024	0,005	98,14
12:00	1060,2	34	28,8	2026	314,7	108,3
12:30	349,6	37	29,6	462,1	85,9	100,8
13:00	328,4	37,8	29,7	5,7	1,12	98,18
13:30	187,1	33,3	30,5	0,057	0,011	98,14
14:00	270,1	34,3	30,8	0,224	0,044	98,14
14:30	219,3	30,8	29,9	0,086	0,017	98,14
15:00	655,9	32,5	31,1	1185	202,3	104,4
15:30	223	34,3	30,2	0,097	0,019	98,14
16:00	119,5	32,2	30,1	0,012	0,002	98,14

Tabel yang dapat dilihat atas hasil dari data radiasi matahari suhu panel dan suhu lingkungan yang disimulasikan menggunakan *software* ETAP 19.0. Dari data yang setelah di simulasikan data daya listrik dan tegangan ada pada sisi jaringan distribusi penyulang AG03 setelah masuknya PLTS Sumalata. Dari hasil simulasi dapat dikatakan jika radiasi matahari dan suhu panel berpengaruh pada hasil *output* daya yang dihasilkan PLTS, semakin rendah radiasi matahari, semakin rendah *output* daya yang dihasilkan, semakin tinggi radiasi matahari, semakin tinggi pula daya output yang dihasilkan. Sesuai dengan data yang ada pada PLTS 2MWP Sumalata dalam sehari perubahan radiasi matahari hanya berselang 30 menit. PLTS akan mendapatkan output daya yang sesuai ketika radiasi matahari mencapai 1000W/M². Pada tanggal 19-10-2021 puncak radiasi matahari ada pada jam 10:30, 11:00, 12:00, dan puncak radiasi matahari terendah ada pada jam 15:30 dan 16:00.



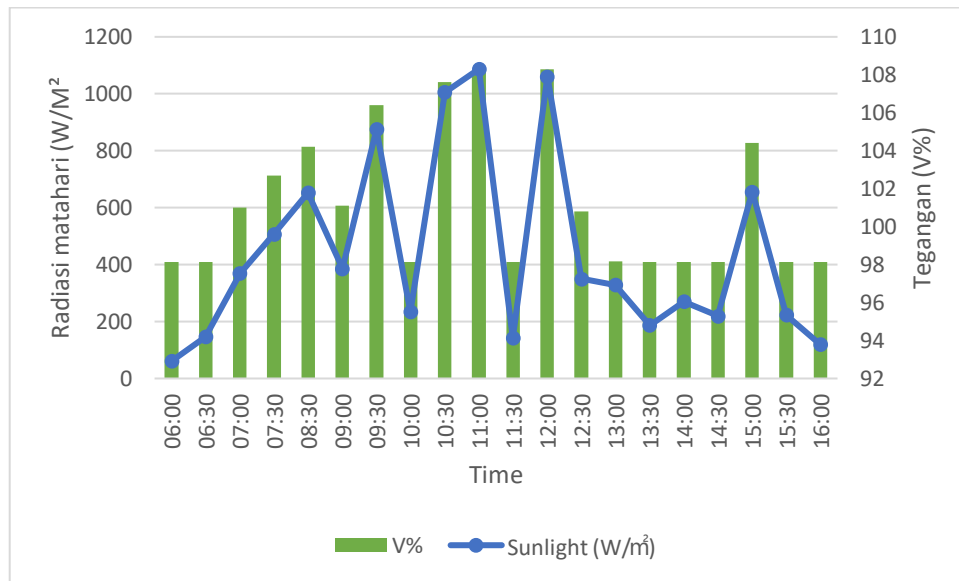
Gambar 4.28 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 19-10-2021

Berdasarkan grafik di atas data radiasi matahari pada tanggal 19-10-2021 menunjukkan bahwa pencapaian radiasi matahari tertinggi pada jam 11:00 dengan radiasi 1086,9W/M² pada suhu panel 46,3°C dan suhu lingkungan 31,6°C . Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan yang signifikan dengan radiasi matahari 141,8W/M² dengan suhu panel 37,1°C dan suhu lingkungan 30,5°C. Setelah terjadi penurunan tak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 1060,2W/M², suhu panel dan suhu lingkungan ikut meningkat mencapai 34°C, 28,8°C.



Gambar 4.29 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan pada tanggal 19-10-2021

Berdasarkan data radiasi matahari, kW dan kVar pada grafik di atas, pada tanggal 19-10-2021 pukul 11:00 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1086,9W/M² menghasilkan daya listrik sebesar 2004kW dan 312kVar. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 141,8W/M² menghasilkan daya listrik mencapai 0,024kW dan 0,005kVar. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 1060,2W/M², daya listrik juga ikut meningkat mencapai 2026kW dan 314,7kVar



Gambar 4.30 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 19-10-2021

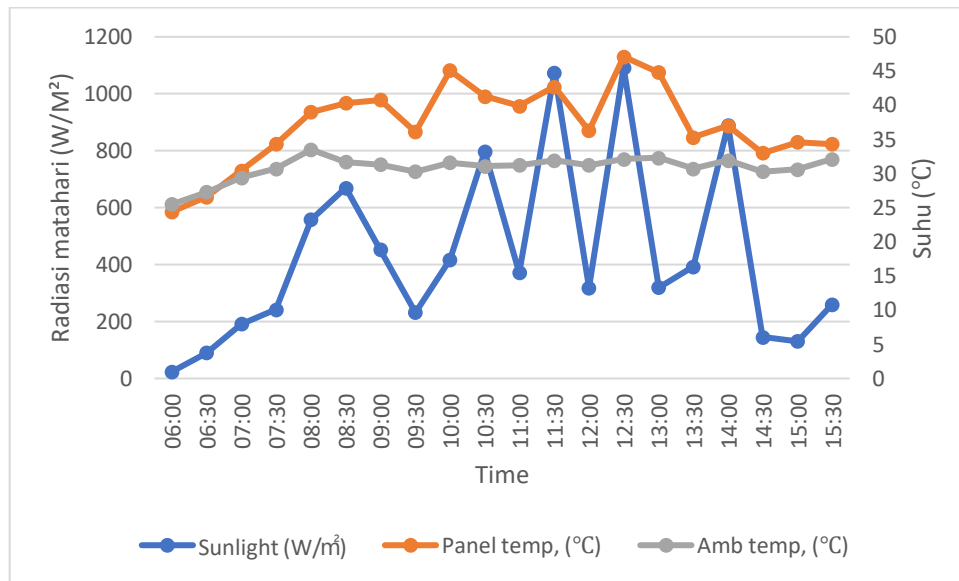
Berdasarkan data radiasi matahari dan tegangan pada grafik di atas, pada tanggal 19-10-2021 pukul 10:30 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1086,9W/M² menghasilkan tegangan listrik sebesar 108,2%. Kemudian pukul 11:00 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 141,8W/M² menghasilkan tegangan listrik mencapai 0,024V%. kenaikan terjadi kembali pada pukul 11:30 dengan radiasi matahari 1060,2W/M², tegangan listrik ikut naik mencapai 108,3V%.

Tabel 4.11 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal (20-10-2021)

Time	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi Etap		
	Sunlight (W/m²)	Panel temp, (°C)	Amb temp, (°C)	kW	kVar	V%
06:00	24	24,4	25,5	0,001	0	98,14
06:30	90,3	26,6	27,3	0,011	0,002	98,14
07:00	191,4	30,4	29,4	0,051	0,01	98,14
07:30	242,3	34,3	30,7	0,131	0,026	98,14
08:00	557,9	39	33,5	954	167,3	103,3
08:30	668,9	40,3	31,7	1179	201,4	104,4

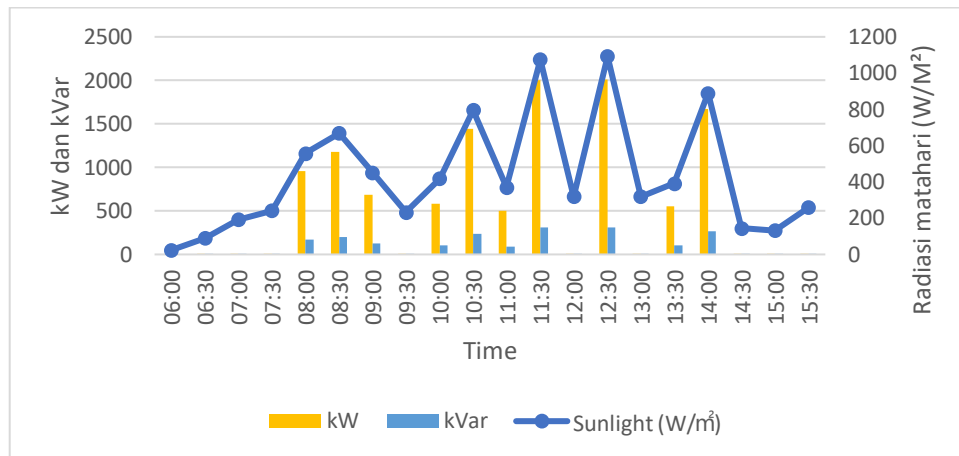
<i>Time</i>	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi Etap		
	<i>Sunlight (W/m²)</i>	<i>Panel temp, (°C)</i>	<i>Amb temp, (°C)</i>	kW	kVar	V%
09:00	452,5	40,8	31,3	681,7	123,4	101,9
09:30	232,3	36,1	30,3	0,086	0,017	98,14
10:00	417,7	45,1	31,6	582,9	106,8	101,4
10:30	796	41,3	31,1	1444	239,3	105,7
11:00	371,2	39,9	31,2	499,3	92,4	101
11:30	1074,4	42,7	31,9	2004	312	108,2
12:00	319,1	36,3	31,2	0,876	0,173	98,15
12:30	1091,8	47,1	32,1	2007	312,4	108,2
13:00	319,7	44,8	32,3	0,633	0,125	98,15
13:30	392,3	35,3	30,7	553,6	101,8	101,2
14:00	890,3	37	31,9	1668	269,6	106,7
14:30	144,9	33	30,3	0,036	0,007	98,14
15:00	131,2	34,6	30,6	0,029	0,006	98,14
15:30	259,6	34,3	32,1	0,19	0,037	98,14

Tabel yang dapat dilihat atas hasil dari data radiasi matahari suhu panel dan suhu lingkungan yang disimulasikan menggunakan *software* ETAP 19.0. Dari data yang setelah di simulasikan data daya listrik dan tegangan ada pada sisi jaringan distribusi penyulang AG03 setelah masuknya PLTS Sumalata. Dari hasil simulasi dapat dikatakan jika radiasi matahari dan suhu panel berpengaruh pada hasil *output* daya yang dihasilkan PLTS, semakin rendah radiasi matahari, semakin rendah *output* daya yang dihasilkan, semakin tinggi radiasi matahari, semakin tinggi pula daya output yang dihasilkan. Sesuai dengan data yang ada pada PLTS 2MWP Sumalata dalam sehari perubahan radiasi matahari hanya berselang 30 menit. PLTS akan mendapatkan output daya yang sesuai ketika radiasi matahari mencapai 1000W/M². Pada tanggal 20-10-2021 puncak radiasi matahari ada pada jam 11:30, 12:30, dan puncak radiasi matahari terendah ada pada jam 15:00.



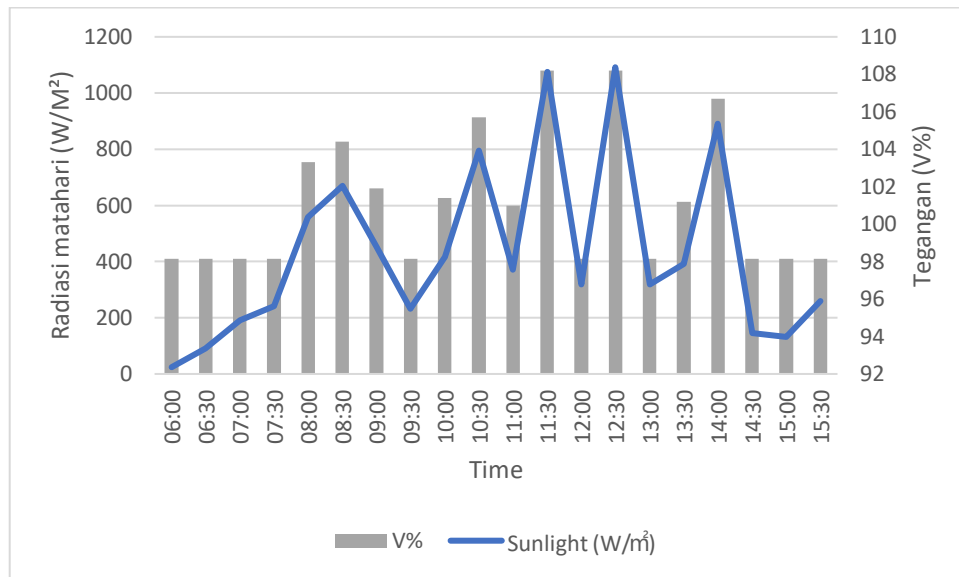
Gambar 4.31 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 20-10-2021

Berdasarkan grafik di atas data radiasi matahari pada tanggal 20-10-2021 menunjukkan bahwa pencapaian radiasi matahari tertinggi pada jam 11:30 dengan radiasi $1074,4W/M^2$ pada suhu panel $42,7^{\circ}C$ dan suhu lingkungan $31,9^{\circ}C$. Kemudian pukul 12:00 terjadi penurunan yang signifikan dengan radiasi matahari $319,1W/M^2$ dengan suhu panel $36,3^{\circ}C$ dan suhu lingkungan $31,2^{\circ}C$. Setelah terjadi penurunan tak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:30 dengan radiasi matahari $1091,8W/M^2$, suhu panel dan suhu lingkungan ikut meningkat mencapai $47,1^{\circ}C$, $32,1^{\circ}C$.



Gambar 4.32 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 20-10-2021

Berdasarkan data radiasi matahari, kW dan kVar pada grafik di atas, pada tanggal 20-10-2021 pukul 11:00 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1074,4W/M² menghasilkan daya listrik sebesar 2004kW dan 312kVar. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 319,1W/M² menghasilkan daya listrik mencapai 0,876kW dan 0,173kVar. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 1091,8W/M², daya listrik juga ikut meningkat mencapai 2007kW dan 312,4kVar



Gambar 4.33 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 20-10-2021

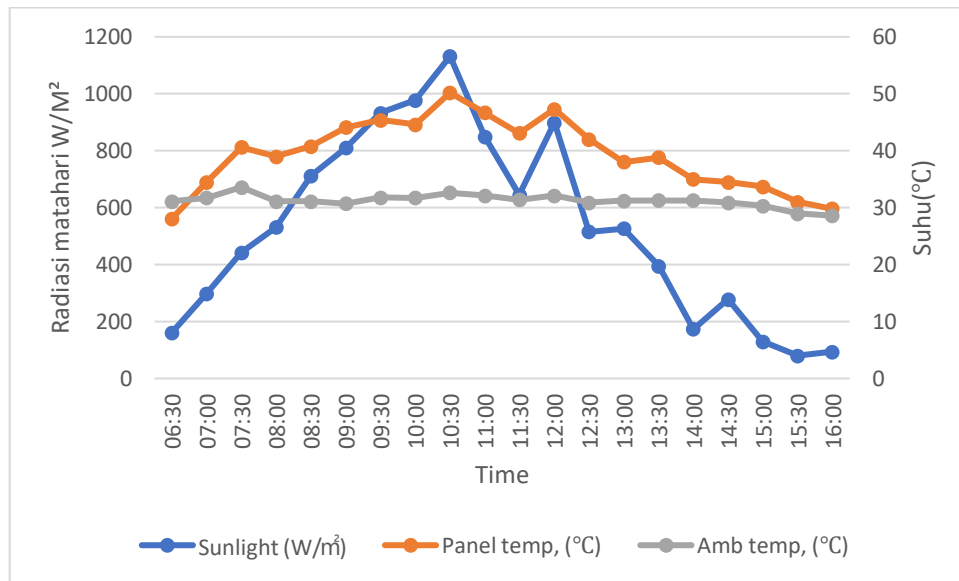
Berdasarkan data radiasi matahari dan tegangan pada grafik di atas, pada tanggal 20-10-2021 pukul 11:30 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1074,4W/M² menghasilkan tegangan listrik sebesar 108,2V%. Kemudian pukul 12:00 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 319,1W/M² menghasilkan tegangan listrik mencapai 98,15V%. kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:30 dengan radiasi matahari 1091,8W/M², tegangan listrik ikut naik mencapai 108,2V%.

Tabel 4.12 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, suhu panel dan suhu lingkungan (data radiasi matahari dan suhu pada tanggal (24-10-2021))

Time	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi Etap		
	Sunlight (W/m ²)	Panel temp, (°C)	Amb temp, (°C)	Kw	kVaR	V%
06:30	161	28,1	31,1	0,032	0,006	98,14
07:00	298,1	34,5	31,7	0,427	0,084	98,15
07:30	441,9	40,6	33,6	654,4	118,9	101,8
08:00	531,2	39	31,1	900,3	158,9	103

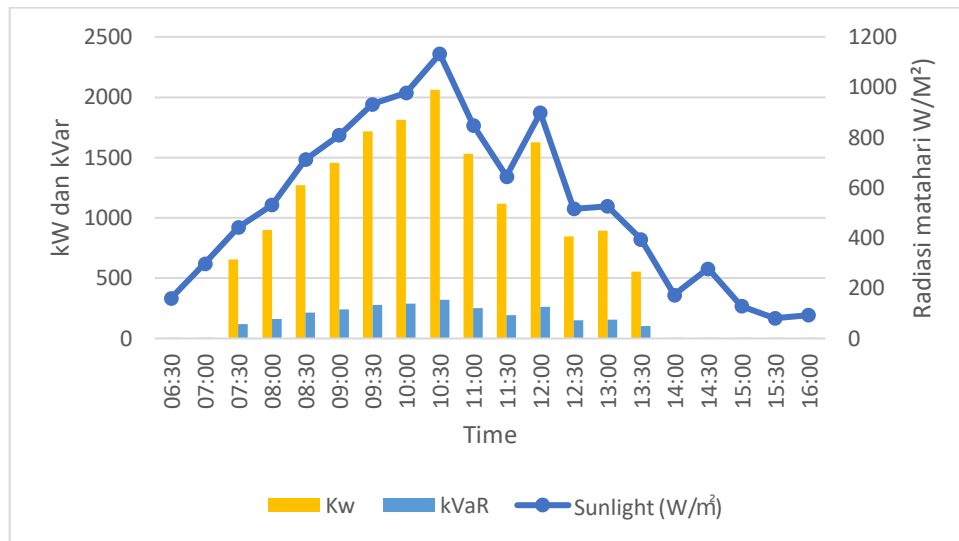
<i>Time</i>	Data Record/Dokumenter PLTS			Simulasi Etap		
	<i>Sunlight (W/m²)</i>	<i>Panel temp, (°C)</i>	<i>Amb temp, (°C)</i>	Kw	kVaR	V%
08:30	712,3	40,8	31,1	1271	214,9	104,9
09:00	809,7	44,1	30,7	1458	241,2	105,7
09:30	932,5	45,4	31,8	1714	275,6	106,9
10:00	977,7	44,6	31,7	1810	287,9	107,3
10:30	1132,1	50,2	32,6	2063	319,1	108,4
11:00	849,3	46,7	32,1	1529	250,9	106,1
11:30	644,7	43,1	31,4	1116	192	104,1
12:00	898,3	47,3	32,1	1627	264,1	106,5
12:30	515,7	42	30,9	846,5	150,3	102,8
13:00	526,9	38	31,2	895,6	158,1	103
13:30	395,4	38,8	31,3	552,2	101,6	101,2
14:00	174	35	31,3	0,033	0,007	98,14
14:30	278,2	34,5	30,9	0,262	0,052	98,14
15:00	129,4	33,7	30,3	0,026	0,005	98,14
15:30	80,4	31	29	0,017	0,003	98,14
16:00	94	29,8	28,6	0,015	0,003	98,14

Tabel yang dapat dilihat atas hasil dari data radiasi matahari suhu panel dan suhu lingkungan yang disimulasikan menggunakan *software* ETAP 19.0. Dari data yang setelah di simulasikan data daya listrik dan tegangan ada pada sisi jaringan distribusi penyulang AG03 setelah masuknya PLTS Sumalata. Dari hasil simulasi dapat dikatakan jika radiasi matahari dan suhu panel berpengaruh pada hasil *output* daya yang dihasilkan PLTS, semakin rendah radiasi matahari, semakin rendah *output* daya yang dihasilkan, semakin tinggi radiasi matahari, semakin tinggi pula daya output yang dihasilkan. Sesuai dengan data yang ada pada PLTS 2MWP Sumalata dalam sehari perubahan radiasi matahari hanya berselang 30 menit. PLTS akan mendapatkan output daya yang sesuai ketika radiasi matahari mencapai 1000W/M². Pada tanggal 24-10-2021 puncak radiasi matahari ada pada jam 10:30, dan puncak radiasi matahari terendah ada pada jam 16:00.



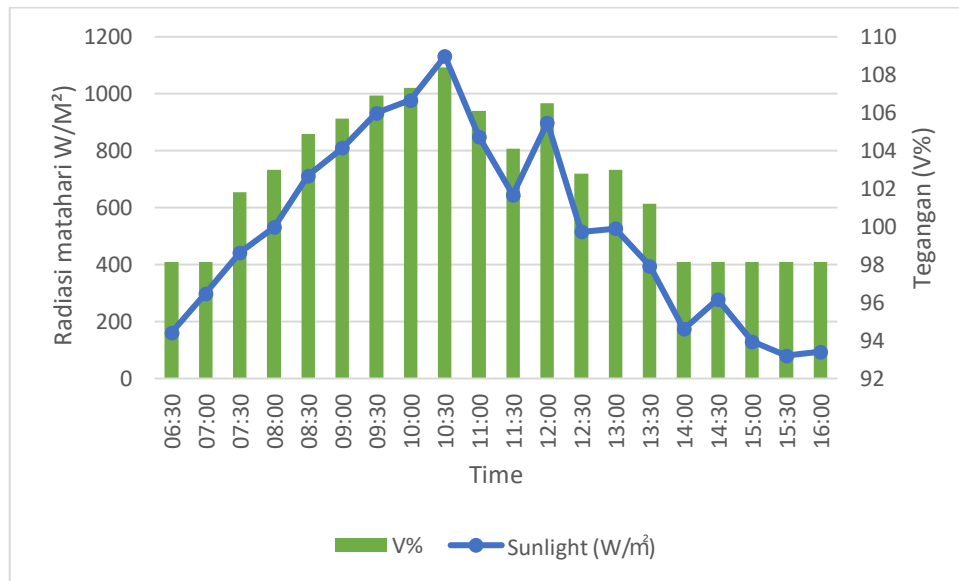
Gambar 4.34 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 24-10-2021

Berdasarkan grafik di atas data radiasi matahari pada tanggal 24-10-2021 menunjukkan bahwa pencapaian radiasi matahari tertinggi pada jam 10:30 dengan radiasi 1133,1W/M² pada suhu panel 50,2°C dan suhu lingkungan 32,6°C . Kemudian pukul 11:00-11:30 terjadi penurunan yang signifikan dengan radiasi matahari 849,3-644,7W/M² dengan suhu panel 46,7-43,1°C dan suhu lingkungan 32,1-31,4°C. Setelah terjadi penurunan tak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 898,3W/M², suhu panel dan suhu lingkungan ikut meningkat mencapai 47,3°C, 32,1°C.



Gambar 4.35 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 24-10-2021

Berdasarkan data radiasi matahari, kW dan kVar pada grafik di atas, pada tanggal 24-10-2021 pukul 10:30 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar 1132,1W/M² menghasilkan daya listrik sebesar 2063kW dan 319,1Var. Kemudian pukul 11:00-11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 849,3-644,7W/M² menghasilkan daya listrik 1529-1116kW dan 250,9-192kVar. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari 898,3W/M², daya listrik juga ikut meningkat mencapai 1627kW dan 264,1kVar.



Gambar 4.36 Hasil produksi daya listrik berdasarkan perubahan radiasi matahari dan suhu harian pada tanggal 24-10-2021

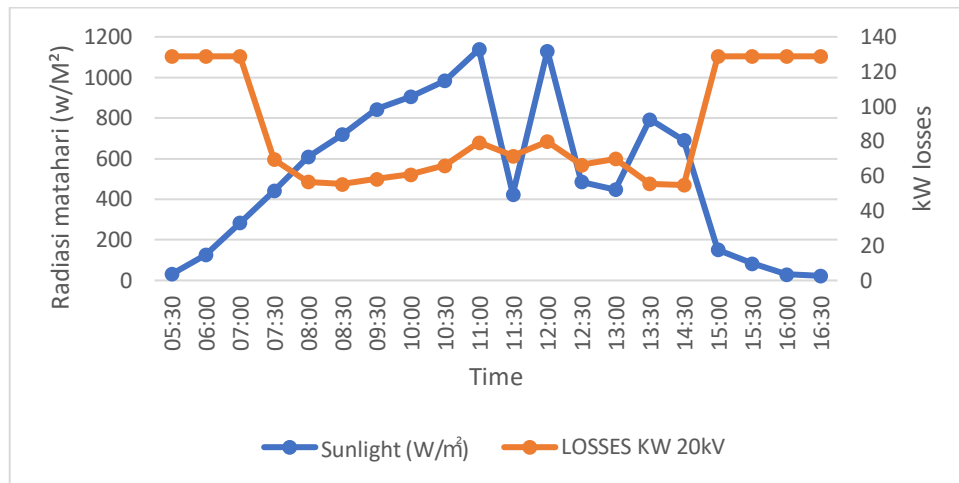
Berdasarkan data radiasi matahari dan tegangan pada grafik di atas, pada tanggal 24-10-2021 pukul 10:30 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar $1132,1W/M^2$ menghasilkan tegangan listrik sebesar 108,4V%. Kemudian pukul 11:00-11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari $849,3-644,7W/M^2$ menghasilkan tegangan listrik 106,1-104,1V%. hanya berselang 30 menit kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari $898,3W/M^2$, tegangan listrik ikut naik mencapai 106,5V%.

4.4 Analisis rugi rugi daya berdasarkan perubahan radiasi matahari

Tabel 4.13 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, terhadap rugi-rugi daya pada system jaringan distribusi AG03. (tanggal 16-10-2021)

<i>Time</i>	<i>Sunlight (W/m²)</i>	Total Losses pada penyulang AG03
05:30	32,1	128,8
06:00	126,9	128,8
07:00	283,8	128,8
07:30	441,9	69,56
08:00	608,1	56,74
08:30	719,7	55,33
09:30	844,4	58,38
10:00	905,8	60,86
10:30	984,5	65,98
11:00	1138,4	79,26
11:30	423,9	71,5
12:00	1131,5	79,84
12:30	486,6	66,42
13:00	448,1	69,86
13:30	792,9	55,62
14:30	690,6	54,86
15:00	151,7	128,8
15:30	84,1	128,8
16:00	29,6	128,8
16:30	22,7	128,8

Tabel di atas hasil simulasi menggunakan *software* ETAP 19.0 berdasarkan data perubahan radiasi matahari terhadap rugi-rugi daya pada system distribusi penyulang AG03 setelah masuknya system PLTS 2MWP Sumalata pada tanggal 16-10-2021. Berdasarkan data yang diperoleh data perubahan radiasi matahari berdurasi 30 menit dalam sehari disimpulkan bahwa perubahan radiasi matahari bisa berdampak pada losses jaringan distribusi karena semakin tinggi radiasi matahari semakin rendah lossesnya, dan semakin rendah radiasi matahari semakin tinggi losses yang ada di jaringan distribusi.



Gambar 4.37 perubahan losses berdasarkan perubahan radiasi matahari pada tanggal 16-10-2021

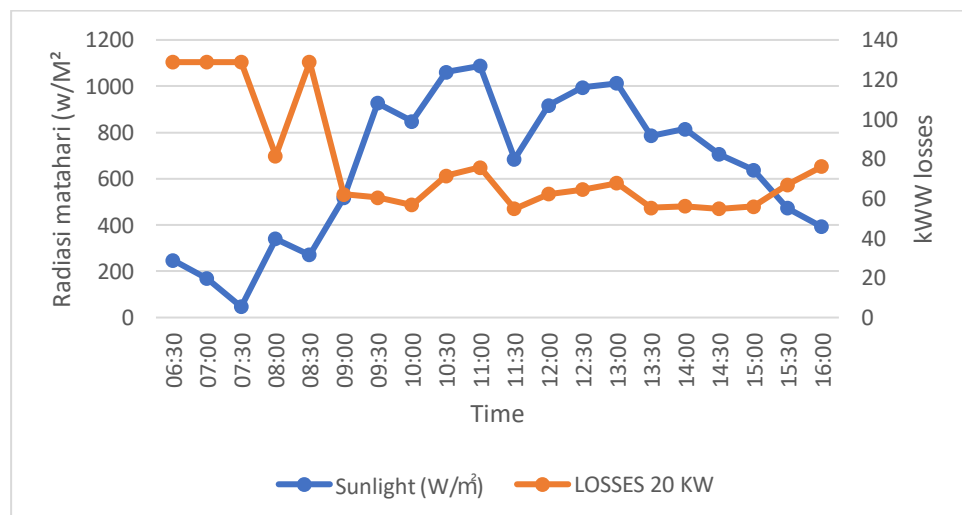
Gambar 4.3.1 grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi radiasi matahari semakin rendah losses pada jaringan distribusi, dan semakin rendah radiasi matahari semakin tinggi lossesnya. Perubahan radiasi matahari berdurasi 30 menit dalam sehari.

Tabel 4.14 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, terhadap rugi-rugi daya pada system jaringan distribusi AG03. (tanggal 17-10-2021)

<i>Time</i>	<i>Sunlight</i> (W/m^2)	Total Losses Pada Penyulang AG.03
06:30	247,2	128,8
07:00	169,1	128,8
07:30	46,3	128,8
08:00	339,6	81,46
08:30	271,4	128,8
09:00	517,6	62,14
09:30	927,4	60,44
10:00	847,5	56,84
10:30	1060,8	71,54
11:00	1087,5	75,74
11:30	685	54,88
12:00	917	62,28

<i>Time</i>	<i>Sunlight (W/m²)</i>	Total Losses Pada Penyulang AG.03
12:30	995,1	64,52
13:00	1012,4	67,84
13:30	786,1	55,38
14:00	814,6	56,18
14:30	705,5	54,78
15:00	637,9	56
15:30	473,5	66,94
16:00	392,3	76,2

Tabel di atas hasil simulasi menggunakan *software* ETAP 19.0 berdasarkan data perubahan radiasi matahari terhadap rugi-rugi daya pada system distribusi penyulang AG03 setelah masuknya system PLTS 2MWP Sumalata pada tanggal 17-10-2021. Berdasarkan data yang diperoleh data perubahan radiasi matahari berdurasi 30 menit dalam sehari disimpulkan bahwa perubahan radiasi matahari bisa berdampak pada losses jaringan distribusi karena semakin tinggi radiasi matahari semakin rendah lossesnya, dan semakin rendah radiasi matahari semakin tinggi losses yang ada di jaringan distribusi



Gambar 4.38 perubahan losses berdasarkan perubahan radiasi matahari pada tanggal 17-10-2021

Gambar 4.38 Grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi radiasi matahari semakin rendah losses pada jaringan distribusi, dan semakin rendah radiasi matahari semakin tinggi lossesnya. Perubahan radiasi matahari berdurasi 30 menit dalam sehari.

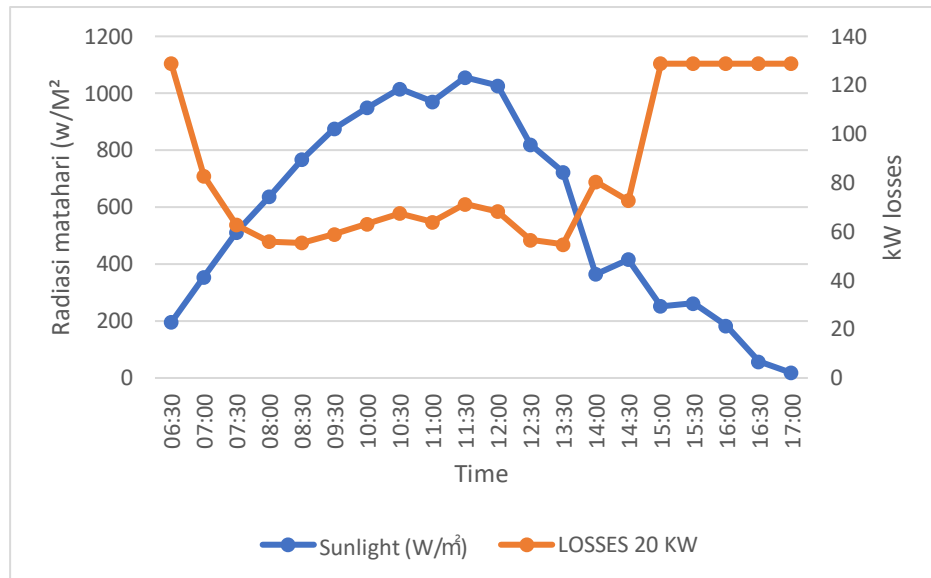
Tabel 4.15 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, terhadap rugi-rugi daya pada system jaringan distribusi

AG03. (tanggal 18-10-2021)

<i>Time</i>	<i>Sunlight (W/m²)</i>	Total Losses Pada Penyulang AG.03
06:30	195,7	128,8
07:00	354,5	82,82
07:30	511,4	62,74
08:00	637,2	55,88
08:30	766,8	55,42
09:30	876,7	58,96
10:00	949,8	63,08
10:30	1016,2	67,5
11:00	970,9	63,92
11:30	1055,9	71,22
12:00	1026,7	68,22
12:30	819,6	56,54
13:30	722,9	54,8
14:00	364,4	80,49
14:30	415,8	72,76
15:00	252,7	128,8
15:30	262,7	128,8
16:00	184	128,8
16:30	57,4	128,8
17:00	17,7	128,8

Tabel di atas hasil simulasi menggunakan *software* ETAP 19.0 berdasarkan data perubahan radiasi matahari terhadap rugi-rugi daya pada system distribusi penyulang AG03 setelah masuknya system PLTS 2MWP Sumalata pada tanggal 18-10-2021. Berdasarkan data yang diperoleh data perubahan radiasi

matahari berdurasi 30 menit dalam sehari disimpulkan bahwa perubahan radiasi matahari bisa berdampak pada losses jaringan distribusi karena semakin tinggi radiasi matahari semakin rendah lossesnya, dan semakin rendah radiasi matahari semakin tinggi losses yang ada di jaringan distribusi.



Gambar 4.39 perubahan losses berdasarkan perubahan radiasi matahari pada tanggal 18-10-2021

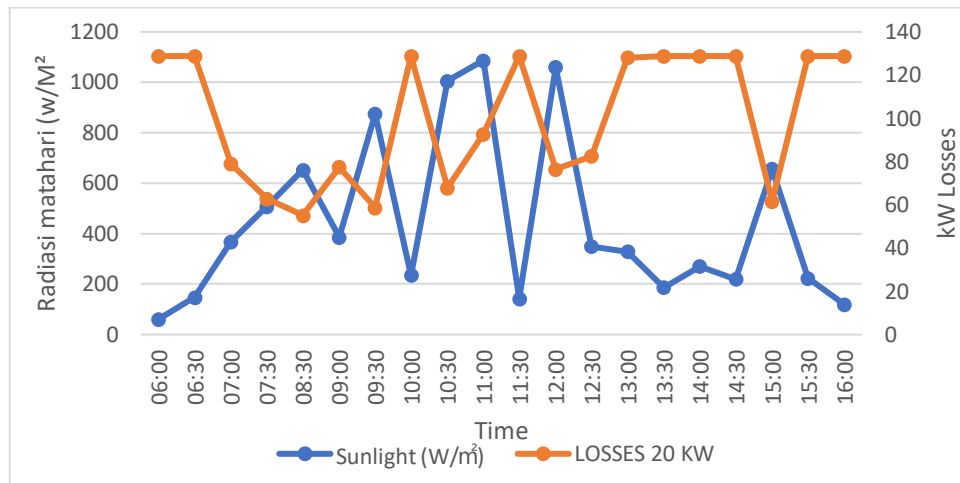
Gambar grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi radiasi matahari semakin rendah losses pada jaringan distribusi, dan semakin rendah radiasi matahari semakin tinggi lossesnya. Perubahan radiasi matahari berdurasi 30 menit dalam sehari.

Tabel 4.16 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, terhadap rugi-rugi daya pada system jaringan distribusi AG03. (tanggal 19-10-2021)

<i>Time</i>	<i>Sunlight (W/m²)</i>	Total Losses Pada Penyulang AG.03
06:00	61,2	128,8
06:30	146,8	128,8
07:00	368,7	78,88
07:30	507,6	62,78

<i>Time</i>	<i>Sunlight (W/m²)</i>	Total Losses Pada Penyulang AG.03
08:30	652,1	55,16
09:00	385,5	77,48
09:30	874,8	58,64
10:00	234,8	128,8
10:30	1005,6	67,82
11:00	1086,9	92,74
11:30	141,8	128,8
12:00	1060,2	76,42
12:30	349,6	82,5
13:00	328,4	128,1
13:30	187,1	128,8
14:00	270,1	128,8
14:30	219,3	128,8
15:00	655,9	61,58
15:30	223	128,8
16:00	119,5	128,8

Tabel di atas hasil simulasi menggunakan *software* ETAP 19.0 berdasarkan data perubahan radiasi matahari terhadap rugi-rugi daya pada system distribusi penyulang AG03 setelah masuknya system PLTS 2MWP Sumalata pada tanggal 19-10-2021. Berdasarkan data yang diperoleh data perubahan radiasi matahari berdurasi 30 menit dalam sehari disimpulkan bahwa perubahan radiasi matahari bisa berdampak pada losses jaringan distribusi karena semakin tinggi radiasi matahari semakin rendah lossesnya, dan semakin rendah radiasi matahari semakin tinggi losses yang ada di jaringan distribusi.



Gambar 4.40 perubahan losses berdasarkan perubahan radiasi matahari pada tanggal 19-10-2021

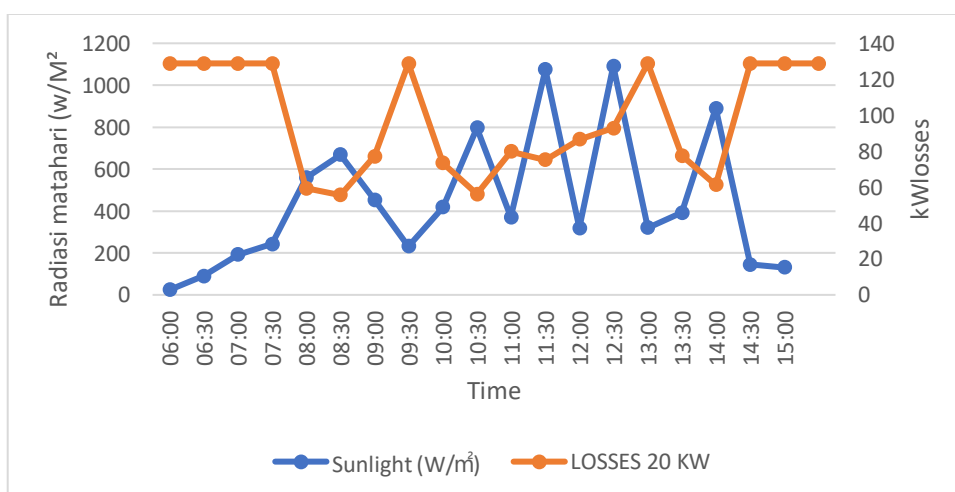
Gambar grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi radiasi matahari semakin rendah losses pada jaringan distribusi, dan semakin rendah radiasi matahari semakin tinggi lossesnya. Perubahan radiasi matahari berdurasi 30 menit dalam sehari.

Tabel 4.17 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, terhadap rugi-rugi daya pada system jaringan distribusi AG03. (tanggal 20-10-2021)

Time	<i>Sunlight</i> (W/m ²)	Total Losses Pada Penyulang AG.03
06:00	24	128,8
06:30	90,3	128,8
07:00	191,4	128,8
07:30	242,3	128,8
08:00	557,9	59,2
08:30	668,9	55,5
09:00	452,5	77
09:30	232,3	128,8
10:00	417,7	73,3
10:30	796	56
11:00	371,2	79,8

Time	Sunlight (W/m ²)	Total Losses Pada Penyulang AG.03
11:30	1074,4	75,1
12:00	319,1	86,6
12:30	1091,8	92,84
13:00	319,7	128,7
13:30	392,3	77,36
14:00	890,3	61,2
14:30	144,9	128,8
15:00	131,2	128,8
15:30	259,6	128,8

Tabel di atas hasil simulasi menggunakan *software* ETAP 19.0 berdasarkan data perubahan radiasi matahari terhadap rugi-rugi daya pada system distribusi penyulang AG03 setelah masuknya system PLTS 2MWP Sumalata pada tanggal 20-10-2021. Berdasarkan data yang diperoleh data perubahan radiasi matahari berdurasi 30 menit dalam sehari disimpulkan bahwa perubahan radiasi matahari bisa berdampak pada losses jaringan distribusi karena semakin tinggi radiasi matahari semakin rendah lossesnya, dan semakin rendah radiasi matahari semakin tinggi losses yang ada di jaringan distribusi.



Gambar 4.41 perubahan losses berdasarkan perubahan radiasi matahari pada tanggal 20-10-2021

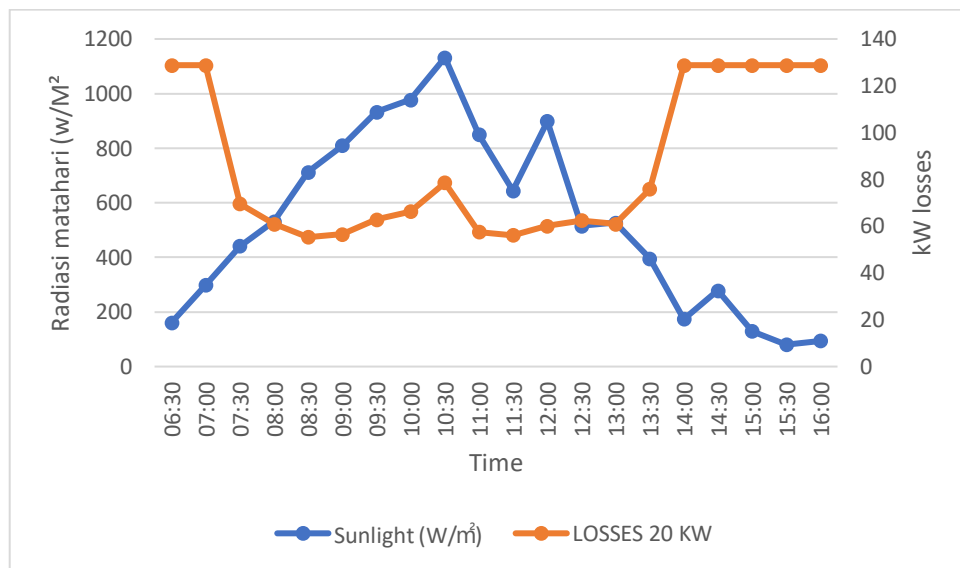
Gambar grafik diatas menunjukan bahwa semakin tinggi radiasi matahari semakin rendah losses pada jaringan distribusi, dan semakin rendah radiasi matahari semakin tinggi lossesnya. Perubahan radiasi matahari berdurasi 30 menit dalam sehari.

Tabel 4.18 Hasil simulasi produksi daya listrik PLTS berdasarkan perubahan data radiasi matahari, terhadap rugi-rugi daya pada system jaringan distribusi AG03. (tanggal 24-10-2021)

<i>Time</i>	<i>Sunlight (W/m²)</i>	Total Losses Pada Penyulang AG.03
06:30	161	128,8
07:00	298,1	128,8
07:30	441,9	69,6
08:00	531,2	60,9
08:30	712,3	55,3
09:00	809,7	56,5
09:30	932,5	62,8
10:00	977,7	66,3
10:30	1132,1	78,6
11:00	849,3	57,5
11:30	644,7	56,1
12:00	898,3	60,1
12:30	515,7	62,4
13:00	526,9	60,9
13:30	395,4	75,9
14:00	174	128,8
14:30	278,2	128,8
15:00	129,4	128,8
15:30	80,4	128,8
16:00	94	128,8

Tabel di atas hasil simulasi menggunakan *software* ETAP 19.0 berdasarkan data perubahan radiasi matahari terhadap rugi-rugi daya pada system distribusi penyulang AG03 setelah masuknya system PLTS 2MWP Sumalata pada

tanggal 24-10-2021. Berdasarkan data yang diperoleh data perubahan radiasi matahari berdurasi 30 menit dalam sehari disimpulkan bahwa perubahan radiasi matahari bisa berdampak pada losses jaringan distribusi karena semakin tinggi radiasi matahari semakin rendah lossesnya, dan semakin rendah radiasi matahari semakin tinggi losses yang ada di jaringan distribusi.



Gambar 4.42 perubahan losses berdasarkan perubahan radiasi matahari pada tanggal 24-10-2021

Gambar grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi radiasi matahari semakin rendah losses pada jaringan distribusi, dan semakin rendah radiasi matahari semakin tinggi lossesnya. Perubahan radiasi matahari berdurasi 30 menit dalam sehari.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. *Intermittent* adalah salah satu hal yang berpengaruh pada sistem kualitas daya pada PLTS yang dimana suplai daya dan tegangan yang dihasilkan tidak menentu karena adanya pengaruh intensitas matahari. Penelitian ini berdasarkan perubahan radiasi matahari, suhu panel dan suhu lingkungan selama 6 hari pada tahun 2021 bersumber dari PLTS 2MWP Sumalata dan disimulasikan menggunakan *software* ETAP 19.0.

Dari hasil analisa dari sistem PV yang terhubung ke grid. pada tanggal 16-10-2021 pukul 11:00 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar $1138,4\text{W/M}^2$ menghasilkan daya listrik sebesar 2074kW, 320,4kVar. Dan tegangan 108,5V%. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari $423,9\text{W/M}^2$ menghasilkan daya listrik mencapai 611,6kW, 111,7kVar dan tegangan $423,9\text{W/M}^2$. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari $1131,5\text{W/M}^2$, daya listrik juga ikut meningkat mencapai 2089kW, 322,2kVar dan tegangan 108,5V%. Pada tanggal 17-10-2021 pukul 11:00 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar $1087,5\text{W/M}^2$ menghasilkan daya listrik sebesar 2012kW, 313kVar dan tegangan 108,2V%.. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari 685W/M^2 menghasilkan daya listrik mencapai 1213kW, 206,4kVar dan tegangan 104,6V%. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi

matahari 917W/M^2 , daya listrik juga ikut meningkat mencapai 1710kW , 275kVar dan tegangan $106,9\text{V}\%$. Pada tanggal 18-10-2021 pukul 10:30 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar $1016,2\text{W/M}^2$ menghasilkan daya listrik sebesar 1847kW , $292,5\text{kVar}$ dan tegangan $107,5\text{V}\%$.. Kemudian pukul 11:00 terjadi penurunan dengan radiasi matahari $970,9\text{W/M}^2$ menghasilkan daya listrik mencapai $1757,9\text{kW}$, $281,2\text{kVar}$ dan tegangan $107,1\text{V}\%$. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 11:30 dengan radiasi matahari $1055,9\text{W/M}^2$, daya listrik juga ikut meningkat mencapai 1927kW dan $302,6\text{kVar}$ dan tegangan $107,8\text{V}\%$. Pada tanggal 19-10-2021 pukul 11:00 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar $1086,9\text{W/M}^2$ menghasilkan daya listrik sebesar 2004kW , 312kVar dan tegangan $108,2\%$. Kemudian pukul 11:30 terjadi penurunan dengan radiasi matahari $141,8\text{W/M}^2$ menghasilkan daya listrik mencapai $0,024\text{kW}$, $0,005\text{kVar}$ dan $0,024\text{V}\%$. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:00 dengan radiasi matahari $1060,2\text{W/M}^2$, daya listrik juga ikut meningkat mencapai 2026kW , $314,7\text{kVar}$ dan tegangan $108,3\text{V}\%$. Pada tanggal 20-10-2021 pukul 11:30 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar $1074,4\text{W/M}^2$ menghasilkan daya listrik sebesar 2004kW , 312kVar dan tegangan $108,2\text{V}\%$. Kemudian pukul 12:00 terjadi penurunan dengan radiasi matahari $319,1\text{W/M}^2$ menghasilkan daya listrik mencapai $0,876\text{kW}$, $0,173\text{kVar}$ dan tegangan $98,15\text{V}\%$. Tidak berselang lama kenaikan terjadi kembali pada pukul 12:30 dengan radiasi matahari $1091,8\text{W/M}^2$, daya listrik juga ikut meningkat mencapai 2007kW , $312,4\text{kVar}$ dan tegangan $108,2\text{V}\%$.

Hasil analisa yang pada hari sebelumnya di tanggal 24-10-2021 terjadi dua kali penurunan yang signifikan hal ini berpengaruh pada kualitas daya PLTS 2MWP Sumalata On Grid. Pada pukul 10:30 terjadi peningkatan radiasi matahari sebesar $1132,1 \text{ W/M}^2$ menghasilkan daya listrik sebesar 2063Kw, 319,1Var dan tegangan 108,4V%. Kemudian pukul 11:00 terjadi penurunan dengan radiasi matahari $849,3 \text{ W/M}^2$ menghasilkan daya listrik 1529 kW, 250 kVar dan tegangan 106,1. Hanya berselang 30 menit penurunan terjadi kembali pada pukul 11:30 dengan radiasi matahari $644,7 \text{ W/M}^2$ menghasilkan daya listrik 1116kW, 192kVar dan tegangan 104,1V%,

2. Sesuai peraturan PV pada system PLTS titik puncak dari PV pada posisi 1000 W/M^2 . dari hasil pembahasan penelitian diatas bahwa radiasi matahari dan suhu panel berdampak pada system PLTS di sebabkan. Semakin tinggi radiasi matahari semakin tinggi daya output yang dihasilkan PLTS, semakin rendah radiasi matahari semakin rendah daya output yang dihasilkan.
3. Setelah masuknya PLTS pada system jaringan distribusi terhadap rugi-rugi daya. Setelah disimulasikan menggunakan software ETAP 19.0. bisa disimpulkan semakin tinggi radiasi matahari semakin rendah rugi-rugi daya yang diberikan, dan semakin rendah radiasi matahari semakin tinggi rugi-rugi daya.

2. Saran

Sesuai penelitian yang sudah dilakukan bahwa perubahan radiasi matahari berpengaruh besar pada system PLTS agar kualitas daya tetap terjaga penulis menyarankan penambahan PV modul atau penambah kapasitas daya .

Sebagai salah satu bahan pertimbangan PLTS 2MWP Sumalata dalam kualitas daya, tegangan dan rugi-rugi daya.

DAFTAR PUSTAKA

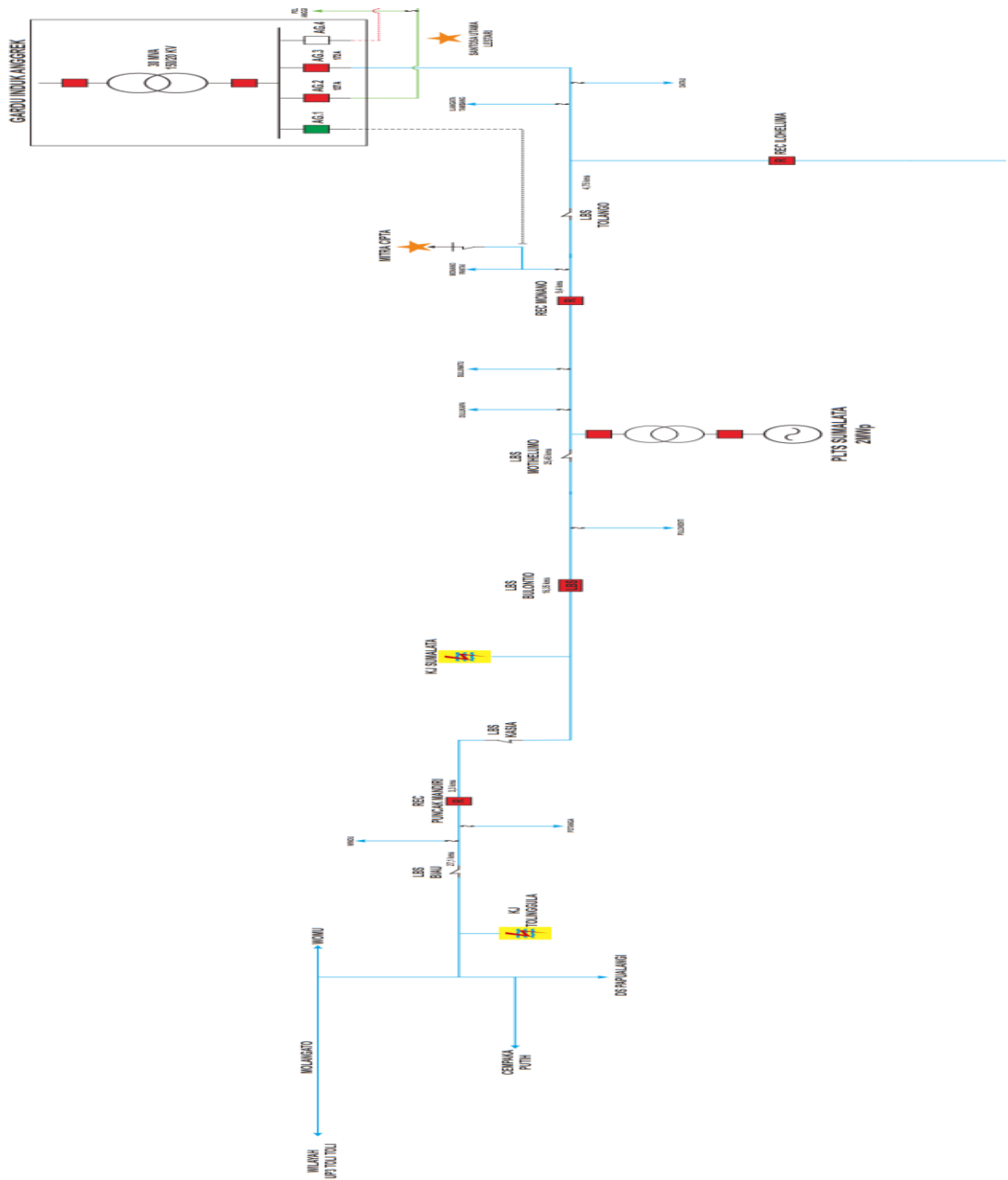
- [1] A. G. Wicaksana and B. Winardi, “Analisa Pengaruh Perubahan Temperatur dan Irradiasi pada Tegangan, Arus, dan Daya keluaran PLTS,” *TRANSIENT J. Ilm. Tek. Elektro UNDIP*, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2016.
- [2] Quan Hui, Li Bei, Xiu Xiaoqing, Hui Dong. “Impact Analysis For Hight-Penetration Distributed Photovoltaic Generation Integrated into Grid Based On DigSILENT”, 978-1-5386-1427-3/17/\$31.00©2017 IEEE. Beijing, China.
- [3] M. Zainuddin, “Pengaruh Masuknya PLTS on Grid Skala Besar Pada Sistem Distribusi 20 KV Terhadap Kualitas Tegangan dan Rugi-rugi Daya,” *Fortei*, p. 7, 2017.
- [4] R. Sianipar, “Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” vol. 11, no. 2, pp. 61–78, 2014.
- [5] M. Syahwil and N. Kadir, “Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium,” *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*, vol. 3, no. 1, pp. 26–35, 2021, doi: 10.14710/jplp.3.1.26-35.
- [6] Z. Iqtimal and I. Devi, “Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air,” *Kitektro*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2018.
- [7] H. -, “Implementasi grid tie inverter pada pembangkit listrik tenaga surya on grid untuk golongan pelanggan rumah tangga masyarakat perkotaan,” *J. Eltek*, vol. 19, no. 1, p. 108, 2021, doi: 10.33795/eltek.v19i1.292.

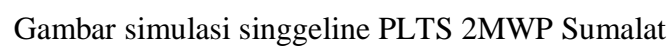
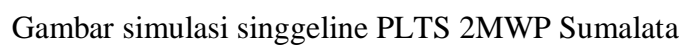
- [8] J. D. Bastidas Rodriguez and C. A. Ramos Paja, "Types of inverters and topologies for microgrid applications," *Rev. UIS Ing.*, vol. 16, no. 1, pp. 7–14, 2017, doi: 10.18273/revuin.v16n1-2017001.
- [9] I. Winarno and L. Natasari, "Maximum Power Point Tracker (MPPT) Berdasarkan Metode Perturb and Observe Dengan Sistem Tracking Panel Surya Single Axis," *Umj*, no. November, pp. 1–9, 2017.
- [10] A. Yaqin, "Studi Aliran Daya Sistem Distribusi Radial Tiga Fasa Metode Newton-Raphson Untuk Memperbaiki Profil Tegangan Menggunakan Rekonfigurasi Jaringan Dan Penempatan Kapasitor Bank," 2015.
- [11] Emmy Hosea and Yusak Tanoto, "Perbandingan Analisa Aliran Daya dengan Menggunakan Metode Algoritma Genetika dan Metode Newton-Raphson," *J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 63–69, 2004, [Online]. Available: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/elk/article/view/16190>.
- [12] Fernanda C. L. Trindade, Thiago S. D. Ferreira, Mariana G. Lopes, Walmir Freitas dalam jurnalnya yang berjudul "Mitigation of Fast Voltage Variations During Cloud Transients in Distribution Systems With PV Solar Farms" Published in: IEEE Transactions on Power Delivery (Volume: 32 , Issue: 2 , April 2017)
- [13] Rajiv K. Varma, Shah Arifur Rahman, Tim Vnderheide dalam jurnalnya berjudul "Novel Control of PV Solar Farm as STATCOM (PV-STATCOM) for Enhancing Grid Power Transmission Limits During Night and Day", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 30, No. 2, pp 755-763, April 2015

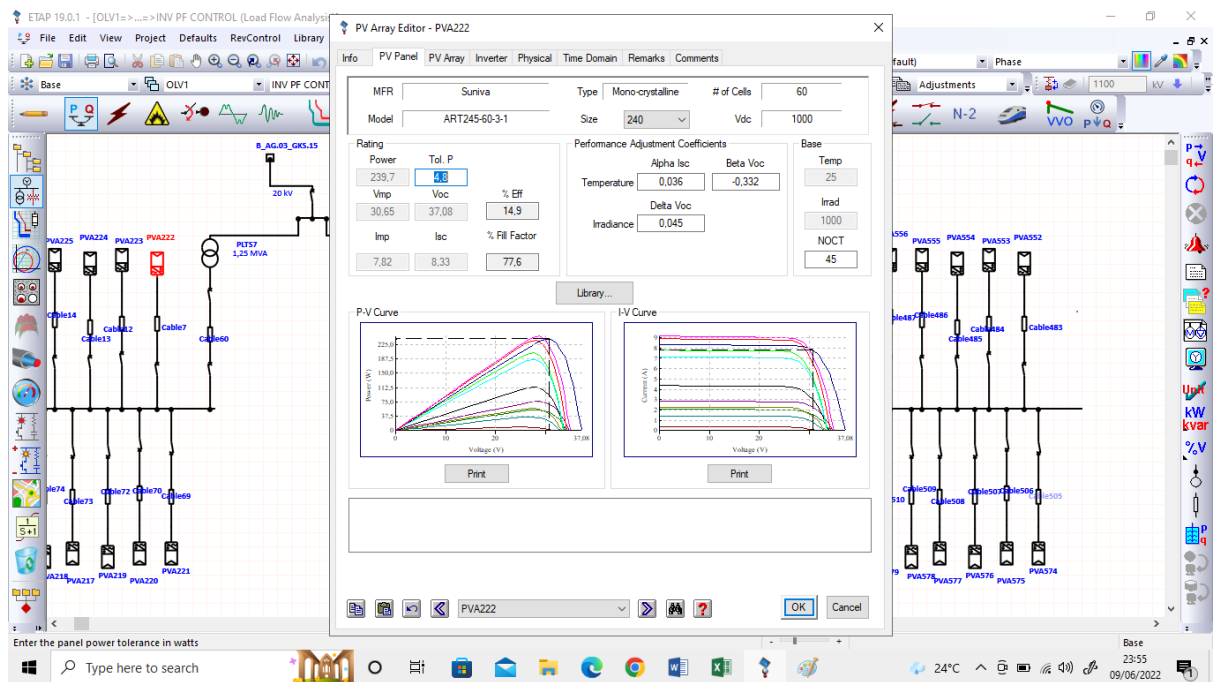
- [14] Joshua Traube, Fenglong Lu, Dragan Maksimovic, Joseph Mossoba, Matthew Kromer, Peter Faill, Stan Katz, Bogdan Borowy, Steve Nichols, and Leo Casey 2013
- [15] P. Jawab *et al.*, “Penerbit LP3M UMY Penerbit LP3M UMY,” *Tek.* 37 (2), 2016, 59-63, vol. 11, no. 2, pp. 61–78, 2016, doi: 10.14710/teknik.v37n2.9011. (inverter) (sistem plts on grid)
- [16] Agüero, J.R., dan Steffel, S.J.. “Integration Challenges of Photovoltaic Distributed Generation on Power Distribution Systems”, IEEE Power and Energi Society General Meeting, ISSN: 1944-9925, pp. 1 - 6.. San Diego, CA. 2011.
- [17] SPLN 1:1995, Standar-Standar Tegangan. Jakarta

LAMPIRAN

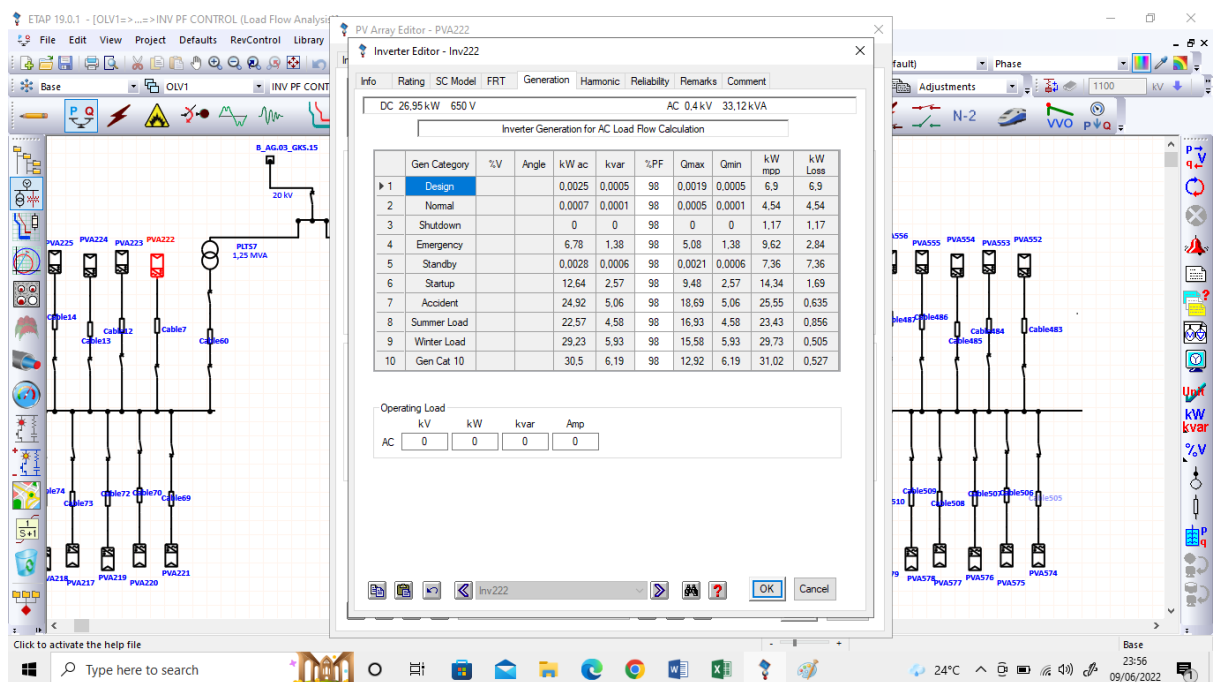
SINGELINE SISTEM DISTRIBUSI LISTRIK PENYULANG AG3







Gambar simulasi pengisian data PV modul



Gambar simulasi pengisian data inverter



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO
LEMBAGA PENELITIAN

Kampus Unisan Gorontalo Lt.3 - Jln. Achmad Nadjamuddin No. 17 Kota Gorontalo
Telp: (0435) 8724466, 829975 E-Mail: lembagapenelitian@unisan.ac.id

Nomor : 3913/PIP/LEMLIT-UNISAN/GTO/II/2022

Lampiran : -

Hal : Permohonan Izin Penelitian

Kepada Yth,

Manager PLTS 2 MWP Sumalata

di,-

Tempat

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. Rahmisyari, ST.,SE.,MM
NIDN : 0929117202
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian

Meminta kesediannya untuk memberikan izin pengambilan data dalam rangka penyusunan **Proposal / Skripsi**, kepada :

Nama Mahasiswa : Aprian Mokoagow
NIM : T2118006
Fakultas : Fakultas Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Lokasi Penelitian : PLTS 2 MWP SUMALATA, KABUPATEN GORONTALO UTARA
Judul Penelitian : DAMPAK INTERMITTENCY PLTS 2 MWP SUMALATA ON GRID TERHADAP KUALITAS DAYA PADA SISTEM DISTRIBUSI

Atas kebijakan dan kerja samanya diucapkan banyak terima kasih.

Gorontalo, 26 Februari 2022
Ketua

Dr. Rahmisyari, ST.,SE.,MM
NIDN 0929117202

+



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO
FAKULTAS TEKNIK**

SK MENDIKNAS NOMOR 84/D/O/2001

Jl. Ahmad Nadjamuddin No. 17. Telp. (0435) 829975 Fax. (0435) 829976 Gorontalo.

SURAT REKOMENDASI BEBAS PLAGIASI
No. 093/FT-UIG/VI/2022

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Amelya Indah Pratiwi. ST., MT
NIDN : 0907028701
Jabatan : Wakil Dekan I/Tim Verifikasi Fakultas Teknik

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama Mahasiswa : Aprian Mokoagow
NIM : T21.18.006
Program Studi : Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Dampak Intermittency PLTS 2Mwp Sumalata On Grid Terhadap Kualitas Daya Pada Sistem Distribusi

Sesuai hasil pengecekan tingkat kemiripan skripsi melalui aplikasi **Turnitin** untuk judul skripsi di atas diperoleh hasil *Similarity* sebesar 5%, berdasarkan Peraturan Rektor No. 32 Tahun 2019 tentang Pendeteksian Plagiat pada Setiap Karya Ilmiah di Lingkungan Universitas Ichsan Gorontalo dan persyaratan pemberian surat rekomendasi verifikasi calon wisudawan dari LLDIKTI Wil. XVI, bahwa batas kemiripan skripsi maksimal 30%, untuk itu skripsi tersebut di atas dinyatakan **BEBAS PLAGIASI** dan layak untuk diujikan.


Demikian surat rekomendasi ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Gorontalo, 10 Juni 2022

Tim Verifikasi,

Mengetahui
Dekan,


Amru Siola, ST., MT
NIDN. 0922027502


Amelya Indah Pratiwi. ST., MT
NIDN. 0907028701

Terlampir :
Hasil Pengecekan Turnitin

PAPER NAME

SKRIPSI

AUTHOR

Aprian Mokoagow

WORD COUNT

15901 Words

CHARACTER COUNT

94086 Characters

PAGE COUNT

126 Pages

FILE SIZE

1.8MB

SUBMISSION DATE

Jun 10, 2022 1:13 PM GMT+8

REPORT DATE

Jun 10, 2022 1:16 PM GMT+8

● 5% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 5% Internet database
- 0% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 1% Submitted Works database

● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material
- Small Matches (Less than 25 words)

Sumalata, 28 Maret 2022

Nomor : 001/BASE-PIPD/II/2022

Lampiran : -

Perihal : Pemberian izin pengambilan data

Kepada Yth : Ketua Lembaga penelitian

Universitas Ichsan Gorontalo

Di _

Gorontalo

Dengan Hormat,

Menindak lanjuti surat dari ketua lembaga penelitian Universitas Ichsan Gorontalo dengan Nomor : 3913/PIP/GTO/II/2022 tanggal 26 february 2022, perihal Permohonan izin penelitian Mahasiswa di PLTS 2 MWp Gorontalo, maka dengan ini pimpinan PLTS 2 MWp Gorontalo memberikan izin kepada mahasiswa :

Nama : Aprian Mokoagow


NIM : T2118006

Fakultas : Teknik

Prodi : Teknik Elektro

untuk pengambilan data di PLTS 2 MWp Gorontalo dalam rangka penyusunan proposal/skripsi.

Demikian kami sampaikan, atas perhatian kami ucapkan terima kasih.

Manager Unit
PLTS 2MWp Gorontalo

Andika Mohamad

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Yang bertanda Tangan di bawah ini :

Nama : Aprian Mokoagow
Tempat Tanggal Lahir : Gorontalo 25 April 1999
Jenis kelamin : Laki - Laki
Agama : Islam
Alamat : Desa Dudepo Barat, Kec Bolaang uki, Kab Bolaang
Mongodow Selatan,
Email : aprianmokoagow@gmail.com



PENDIDIKAN FORMAL

Sekolah Dasar : 2006 - 2012
Sekolah Menengah Pertama : 2012 - 2015
Sekolah Menengah Kejuruan : 2015 - 2018
Perguruan Tinggi Sekarang : 2018 – 2022 (FAKULTAS TEKNIK PRODI
TEKNIK ELEKTRO UNIVERISTAS
ICHSAN GORONTALO)