



# ANALISIS KELAYAKAN SISTEM PEMASANGAN PLTS *PRIVATE HOUSE* DENGAN SISTEM *ON GRID* MENGUNAKAN *SOFTWARE PVSYST*

Raihan Farouq Ahmad\*<sup>1</sup>, Faruq Imaduddin<sup>1</sup>, Muhammad Alfin As Siddiq<sup>1</sup>,  
Benhur Nainggolan<sup>1</sup>, Paulus Sukusno<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

<sup>2</sup> Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email:

\*Corresponding author *E-mail address*: [raihan.farouq.ahmad.tm22@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:raihan.farouq.ahmad.tm22@mhs.w.pnj.ac.id)

---

## Abstrak

Sistem pembangkit listrik tenaga surya pada *private house* (residensial) dapat menjadi alternatif untuk memenuhi kebutuhan listrik dan dapat diterapkan untuk investasi jangka panjang. Kebutuhan listrik *private house* dengan pemilik bernama Bapak Thomas ini sepenuhnya disupply oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Untuk meringankan tagihan listrik dan dukungan untuk merealisasikan kebijakan pemanfaatan energi terbarukan dalam sektor rumah tangga, pemasangan PLTS dapat menjadi solusi dalam penyediaan listrik di Rumah Bapak Thomas sebagai sumber energi alternatif. Dengan sistem ini, pasokan listrik untuk rumah tangga tidak berasal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) saja, namun juga berasal dari PLTS yang mengandalkan cahaya matahari. Hasil analisis yang didapatkan yaitu pemasangan PLTS pada rumah Bapak Thomas layak untuk dilakukan pemasangan dengan peletakan panel arah utara mendapatkan *performance ratio* sebesar 80,5% dengan energi yang dihasilkan sebesar 4764,5 kWh dan arah selatan mendapatkan *performance ratio* sebesar 79,6% dengan energi yang dihasilkan sebesar 4415 kWh sehingga PLTS arah utara menghasilkan energi yang lebih besar dibandingkan arah selatan.

*Kata-kata kunci*: Private House, PLTS, Kelayakan

## Abstract

*Solar systems in private house (residential) can be an alternative to fulfil electricity needs and can be applied for long-term investment. The electricity needs of this private house with an owner named Mr. Thomas are fully supplied by the PLN. To reduce electricity bills and support for implementing renewable energy utilization policies in the household sector, the installation of PLTS can be a solution in providing electricity at Mr. Thomas' house as an alternative energy source. With this system, the electricity supply for households not only come from the PLN, but also comes from PLTS which rely on sunlight. The results of the analysis obtained are that the installation of a PLTS at Mr. Thomas' house is feasible by placing the north direction panel to get a performance ratio of 80.5% with installed energy of 4764.5 kWh and the south direction getting a performance ratio of 79.6% with energy that is 4415 kWh is generated so that the north directed PLTS produces more energy than the south.*

*Keywords*: Private House, PLTS, Feasibility

---

<sup>1</sup> Corresponding author *E-mail address*: [raihan.farouq.ahmad.tm22@mesin.pnj.ac.id](mailto:raihan.farouq.ahmad.tm22@mesin.pnj.ac.id)

## PENDAHULUAN

Dalam upaya mencapai target peningkatan proporsi energi terbarukan menjadi 23% pada tahun 2025, Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan kebijakan melalui Peraturan Presiden No. 79 tahun 2014 yang dirancang untuk memberikan kesempatan kepada semua pelanggan PT. PLN (Persero) dari berbagai sektor, seperti rumah tangga, bisnis, pemerintah, sosial, dan industri, agar dapat aktif dalam memanfaatkan dan mengelola sumber energi terbarukan, terutama energi surya, untuk mencapai kemandirian dan ketahanan energi (A. Rachmi, 2020).

Kebutuhan listrik *private house* dengan pemilik bernama Bapak Thomas ini sepenuhnya disupply oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Untuk meringankan tagihan listrik dan dukungan untuk merealisasikan kebijakan pemanfaatan energi terbarukan dalam sektor rumah tangga, pemasangan PLTS dapat menjadi solusi dalam penyediaan listrik di rumah Bapak Thomas sebagai sumber energi alternatif. Dengan sistem ini, pasokan listrik untuk rumah tangga tidak berasal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) saja, namun juga berasal dari PLTS yang mengandalkan tenaga matahari sebagai sumber energi listrik yang lebih hemat, lebih ekonomis, dan dapat menjadi investasi jangka panjang.

Untuk merealisasikan pemasangan PLTS *private house* pada rumah Bapak Thomas ini diperlukan perancangan konfigurasi dan analisis kelayakan sistem PLTS yang dihasilkan melalui *software* PVSyst untuk mendapatkan hasil simulasi performa dan produksi listrik dalam pemasangan PLTS agar dapat optimal dan menguntungkan.

## KAJIAN TEORI

### Kapasitas Optimal Sistem PLTS

Perhitungan kapasitas optimal pada sistem PLTS ini bertujuan untuk menentukan kapasitas pemasangan sistem PLTS ini agar dapat berjalan optimal dan sesuai dengan peraturan yang telah ditentukan yaitu tidak melebihi kapasitas jaringan yang dipasang oleh PLN (A. Rachmi 2020). Kapasitas optimal sistem PLTS dapat dihitung dari persamaan berikut:

$$\text{Kapasitas (Kwp)} = \frac{\text{Rata-rata Energi Harian Siang}}{\text{PV Out Harian}} \quad (1)$$

### Daya Puncak Sistem

Penentuan nilai daya puncak sistem ini dapat mengetahui daya puncak yang dapat dihasilkan oleh sistem PLTS dengan memasukkan input kapasitas optimal PLTS dan rata-rata rugi sistem sebesar 15% hingga 25% dari perhitungan kebutuhan energi yang dipengaruhi oleh faktor seperti *PV temperature loss*, *PV shading loss*, *inverter & cable loss*. Daya Puncak Sistem dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Daya Puncak kWp} = \text{Kapasitas Optimal (Wp)} + (\text{Kapasitas Optimal (Wp)} \times \text{Rugi-rugi Sistem (\%)}) \quad (2)$$

### Kebutuhan Jumlah Modul Surya

Penentuan jumlah modul surya yang akan dipasang ini berdasarkan kebutuhan energi dan kondisi lingkungan sekitar bangunan yang akan dipasang sistem PLTS. Penentuan Kebutuhan Jumlah Modul Surya dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Jumlah Modul} = \frac{\text{Kapasitas Daya Puncak (Wp)}}{\text{Wp/modul}} \quad (3)$$

### Pemilihan Inverter

Pemilihan jenis inverter memiliki beberapa pertimbangan dalam hal penentuan besar kapasitas inverter yang akan digunakan. Kapasitas maksimum inverter pada sistem PLTS dibatasi hingga setara dengan 100% dari daya yang dihubungkan dengan jaringan PLN (A. Rachmi 2020). Pembatasan ini diperlukan untuk memastikan sistem PLTS tidak menyebabkan gangguan pada jaringan listrik utama yang diberikan oleh PLN.

## Pengaturan Konfigurasi

Pengaturan konfigurasi bertujuan untuk mendapatkan nilai maksimal pemasangan panel surya dalam satu *string* pada pemasangan PLTS. Penentuan maksimal pemasangan panel dalam satu *string* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Maksimal Panel} = \frac{V_{mpp}}{V_{oc}} \quad (4)$$

## Pemilihan Kabel

Pemilihan luas penampang pada kabel mengacu pada maksimal Kapasitas Hantar Arus (KHA) yang ditetapkan dan penurunan arus yang dapat terjadi agar kabel tersebut dapat aman dan tepat. Apabila arus yang melalui kabel memiliki nilai yang lebih kecil dari KHA, kabel tersebut akan dinyatakan aman dan tidak melebihi nilai KHA yang ditetapkan. Penurunan arus kabel perlu diperhatikan karena terdapat faktor koreksi dan faktor reduksi yang dapat menyebabkan penurunan arus kabel. Pemilihan kabel ini berdasarkan pada standard PUIL dan IEC60364-5-52. Berikut adalah perhitungan nilai penurunan arus:

$$\text{Penurunan Arus Kabel} = \text{KHA} \times \text{Total Faktor Penurunan} \quad (5)$$

## Software PVSyst

Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk proses pembelajaran, pengukuran (*sizing*), dan analisis data dari sistem PLTS secara lengkap. PVSyst juga dilengkapi *database* dari sumber data meteorologi yang luas dan beragam, serta data komponen-komponen PLTS yang cukup lengkap.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, langkah kerja yang dilakukan berdasarkan pada diagram alir pengerjaan atau *flowchart* agar tersusun secara baik. Lokasi perancangan pemasangan PLTS *private house* dengan pemilik Bapak Thomas ini beralamat di Jl. Angsa No.33 Kavling Beji Timur Depok. Jawa barat.

Tahapan pertama yang dilakukan adalah identifikasi dan survei lapangan yang bertujuan untuk mendapatkan data luas dan ketinggian bangunan proyek untuk mengetahui kondisi pemasangan panel surya secara realistis dan sesuai dengan kondisi di lokasi proyek, daya yang terpasang pada lokasi proyek untuk mendapatkan kebutuhan jumlah modul yang dibutuhkan, data daya terpasang pada lokasi proyek untuk mengetahui maksimal daya yang dibutuhkan pada bangunan. Pemahaman studi literatur dengan memahami konsep perancangan PLTS dengan membaca buku panduan dan jurnal serta memahami peraturan yang telah ditetapkan.

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data yang telah diperoleh dari hasil observasi dan juga pada tahap ini dilakukannya penginputan data kondisi bangunan dan lingkungan pada rumah Bapak Thomas dan penentuan spesifikasi panel surya dan inverter sesuai dengan kebutuhan rumah tersebut. Setelah melakukan penginputan data, selanjutnya adalah melakukan analisis melalui simulasi pada software PVSyst dengan menyesuaikan kondisi asli di lapangan agar hasil simulasi mendapatkan hasil yang sesuai.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

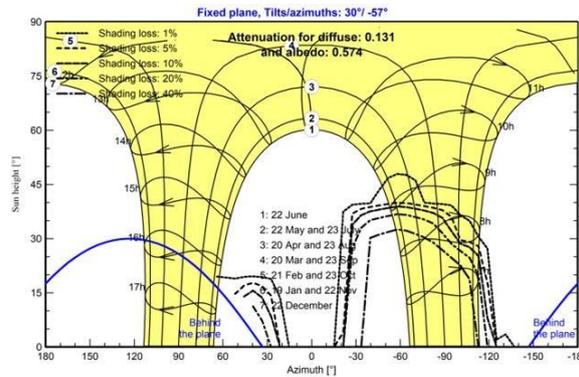
### Konfigurasi Pemasangan Sistem PLTS

Daya tersambung dari PLN pada rumah Bapak Thomas adalah 3500 VA, berdasarkan kondisi lokasi dan pertimbangan perhitungan dalam penentuan jenis panel surya dan inverter yang akan digunakan, panel surya yang akan digunakan adalah Trina Solar Tallmax-DE17-450Wp sebanyak 8 modul, sedangkan inverter yang akan digunakan adalah Huawei SUN2000-3KTL-L1. Kabel DC yang akan digunakan adalah kabel dengan luas penampang sebesar 4mm<sup>2</sup>. Kabel AC yang akan digunakan adalah kabel 3Cx4mm<sup>2</sup>. Orientasi atap rumah Bapak Thomas berada pada orientasi arah utara dan selatan, hal ini merupakan hal yang baik karena matahari dapat menyinari panel surya yang akan dipasang tanpa tertutup desain atap rumah Bapak Thomas itu sendiri. Namun pada bagian depan rumah (utara) Bapak Thomas, terdapat sebuah pohon setinggi 12m yang dapat menimbulkan shading. Terdapat 3 variasi yang akan dianalisis yaitu arah utara (terdapat pohon), arah utara (tanpa pohon), dan arah selatan.

## Analisis Kinerja Sistem Pada Software PVSyst

Berdasarkan perhitungan perancangan instalasi PLTS pada rumah Bapak Thomas, dilakukan penginputan data hasil dari perhitungan ke dalam *software* PVSyst berupa jenis modul dan inverter, jumlah modul, jenis kabel, dan penginputan data yang telah dilengkapi dengan database berupa data spesifikasi modul dan inverter. Hal ini dapat membantu simulasi rancangan PLTS sesuai dengan kondisi aktual.

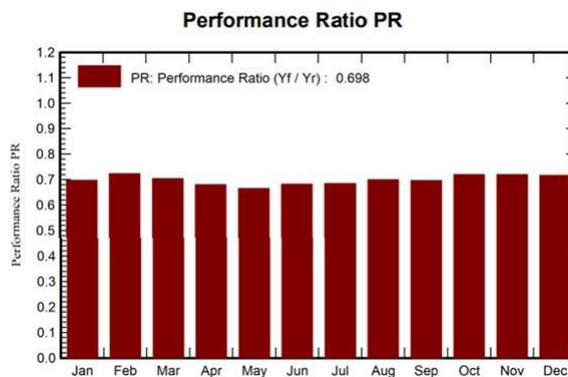
### a. Arah Utara (Terdapat Pohon)



Gambar 1. Sun Path Diagram Arah Utara (Terdapat Pohon)

*Sun path diagram* merupakan hasil dari simulasi berupa pergerakan matahari kurva waktu panel terkena sinar matahari dan potensi *shading* pada orientasi arah utara terdapat sebuah pohon setinggi 12m. Dengan kemiringan atap sebesar 30°, dapat dilihat bahwa panel akan membelakangi matahari pada pukul 4 sore.

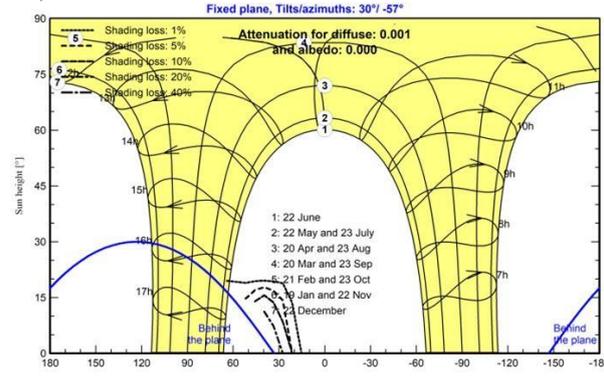
Potensi *shading* pada variasi ini cukup besar yang dapat menyebabkan *loss* yang besar. *Shading loss* sebesar 40% terjadi dari matahari terbit hingga pukul 8 pagi pada bulan Mei hingga bulan September. Orientasi utara yang seharusnya mendapatkan sinar maksimal pada bulan tersebut, namun memiliki *shading loss* paling besar dikarenakan sinar matahari masih terhalang pohon dan sinar tidak sampai ke panel. Hal ini menyebabkan sistem PLTS tidak dapat berjalan dengan optimal. Potensi *shading* baru berakhir pada pukul 9 pagi dengan *shading loss* sebesar 1%.



Gambar 2. Performance Ratio Arah Utara (Terdapat Pohon)

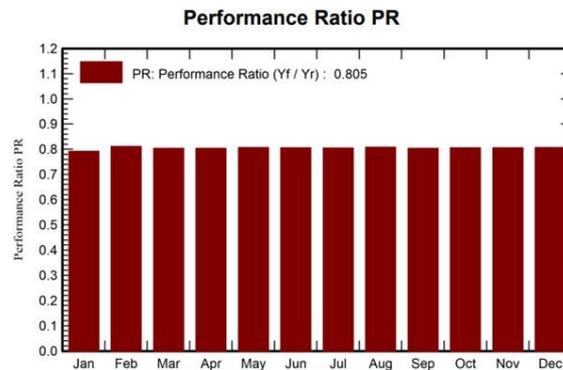
Sistem PLTS dapat dikatakan layak apabila *performance ratio* (PR) berkisar pada minimal 70%. Nilai *performance ratio* didapat berdasarkan besar energi yang dihasilkan dengan pertimbangan kondisi lingkungan sekitar instalasi PLTS. Penyebab rendahnya nilai *performance ratio* pada variasi ini diakibatkan oleh *shading* dari pohon yang menutupi sinar matahari untuk sampai ke panel dan *soiling loss* (faktor kekotoran) yang diakibatkan oleh debu dan potensi dedaunan yang jatuh ke panel. Rata-rata *performance ratio* pada variasi ini hanya sebesar 0,69 atau 69%, dapat disimpulkan bahwa pada instalasi dengan orientasi utara terdapat pohon memiliki sistem yang tidak layak dan tidak dapat berjalan dengan optimal untuk dilakukan pemasangan.

b. Arah Utara (Tanpa Pohon)



Gambar 3. Sun Path Diagram Arah Utara (Tanpa Pohon)

Dapat dilihat pada *sun path diagram*, panel surya akan membelakangi matahari pada pukul 4 sore, dan *shading loss* sebesar 1% hanya pada pukul 4 sore pada bulan Juni. Pada variasi ini dinilai baik karena *potensi shading* sangat kecil untuk sampai ke panel.



Gambar 4. Performance Ratio Arah Utara (Tanpa Pohon)

Nilai *performance ratio* pada bulan ini dinilai stabil dengan nilai berkisar 0,79 atau 79% hingga 0,81 atau 81%. Nilai stabil ini dapat terjadi karena potensi *shading* yang sangat kecil dan lokasi peletakan panel pada orientasi utara yang mendukung penyinaran matahari secara maksimal karena lintasan matahari ke arah utara dan Indonesia berada pada musim panas.

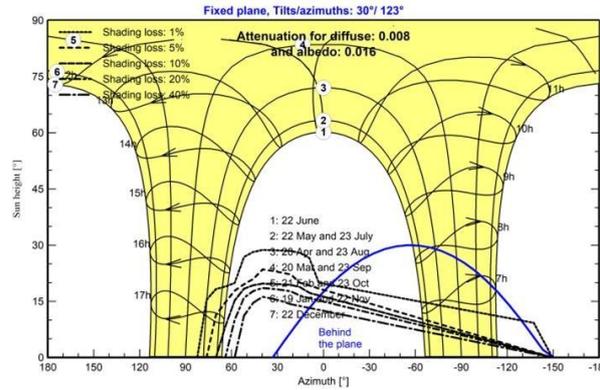
Tabel 1. Balance and Main Result Arah Utara (Tanpa Pohon)

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	122.7	77.52	24.92	109.9	104.7	332.1	313.2	0.792
February	137.7	84.30	24.77	122.9	117.5	372.3	359.0	0.812
March	140.6	80.61	25.35	131.2	125.8	394.5	379.9	0.804
April	144.4	75.93	25.40	142.4	136.6	427.1	412.0	0.804
May	140.5	74.65	25.98	143.5	137.6	432.4	417.2	0.807
June	138.1	65.97	25.26	144.0	138.4	433.4	418.1	0.806
July	148.4	67.37	25.21	152.4	146.4	457.8	441.7	0.805
August	155.5	86.08	25.44	155.4	149.3	468.1	452.0	0.808
September	156.9	81.14	25.36	151.2	145.1	453.2	437.5	0.804
October	167.9	98.08	25.96	151.9	145.4	456.4	440.8	0.806
November	140.2	80.34	25.31	122.1	116.4	367.6	354.1	0.806
December	135.4	82.81	25.23	116.7	110.9	352.0	338.8	0.807
Year	1728.3	954.81	25.35	1643.7	1574.2	4946.9	4764.5	0.805

Berdasarkan pada tabel *balance and main result*, didapat bahwa iradiasi menuju horizontal pada rumah Bapak Thomas mencapai 1728,3 kWh/m<sup>2</sup> per tahun dan iradiasi menuju horizontal yang terdifusi sebesar 954,81 kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Suhu rata-rata per tahun sebesar 25,35°C. Nilai iradiasi yang mencapai ke panel surya dengan mempertimbangkan kemiringan 30° dan orientasi utara sebesar 1643,7 kWh/m<sup>2</sup> Nilai iradiasi yang mencapai ke panel surya dengan mempertimbangkan sudut inklinasi dan bayangan sebesar 1574,2 kWh/m<sup>2</sup>. Energi yang dihasilkan panel surya sebesar 4764,5 kWh dengan energi listrik terbesar berada pada bulan Agustus sebesar 452 kWh karena bulan tersebut Indonesia berada pada musim panas, sehingga energi

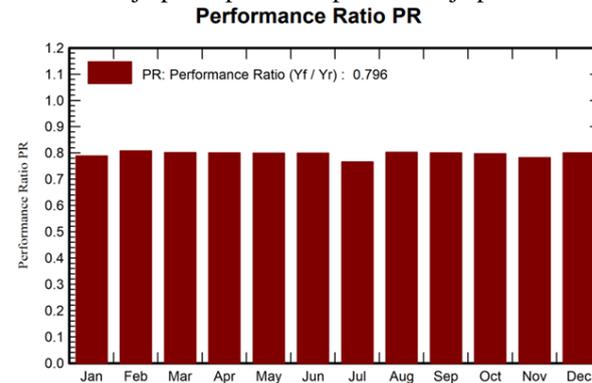
listrik yang dihasilkan dapat maksimal. Energi listrik terendah berada pada bulan Januari sebesar 313,2 kWh karena bulan tersebut Indonesia berada pada musim hujan, sehingga energi listrik yang dihasilkan kurang maksimal.

c. Arah Selatan



Gambar 5. Sun Path Diagram Arah Selatan

Potensi shading pada variasi ini dengan shading loss sebesar 1% baru terjadi saat mendekati pukul 5 sore, hal ini dikarenakan terdapat tembok bangunan di dekat rumah Bapak Thomas. Namun hal ini tidak mempengaruhi iradiasi matahari menuju panel pada titik puncak kerja panel.



Gambar 6. Performance Ratio Arah Selatan

Nilai performance ratio dalam variasi ini cukup stabil berkisar 0,78 atau 78% hingga 0,80 atau 80% dikarenakan potensi shading yang cukup kecil. Namun nilai performance ratio pada variasi selatan lebih kecil daripada variasi utara akibat dari pengaruh orientasi selatan dengan penyinaran matahari kurang maksimal karena pada saat matahari berada pada lintasan ke arah selatan, Indonesia berada pada musim penghujan.

Tabel 2. Balance and Main Result Arah Selatan

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	122.7	77.52	24.92	116.9	111.3	350.5	332.0	0.789
February	137.7	84.30	24.77	131.3	125.5	395.8	382.0	0.808
March	140.6	80.61	25.35	128.1	122.0	383.5	369.4	0.801
April	144.4	75.93	25.40	124.8	118.7	373.4	359.7	0.801
May	140.5	74.65	25.98	116.9	110.4	349.1	336.1	0.799
June	138.1	65.97	25.26	110.0	103.5	329.1	316.8	0.800
July	148.4	67.37	25.21	120.0	113.2	358.5	330.9	0.766
August	155.5	86.08	25.44	130.6	123.8	391.3	377.3	0.803
September	156.9	81.14	25.36	138.2	131.9	412.7	398.1	0.800
October	167.9	98.08	25.96	156.5	149.7	466.5	449.3	0.798
November	140.2	80.34	25.31	135.2	129.3	402.8	380.9	0.782
December	135.4	82.81	25.23	132.8	126.7	396.9	382.5	0.800
Year	1728.3	954.81	25.35	1541.1	1465.9	4610.2	4415.0	0.796

Berdasarkan pada tabel balance and main result, didapat bahwa iradiasi menuju horizontal pada rumah Bapak Thomas mencapai 1728,3 kWh/m<sup>2</sup> per tahun dan iradiasi menuju horizontal yang terdifusi sebesar

954,81 kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Suhu rata-rata per tahun sebesar 25,35°C. Nilai iradiasi yang mencapai ke panel surya dengan mempertimbangkan kemiringan 30° dan orientasi selatan sebesar 1541,1 kWh/m<sup>2</sup> Nilai iradiasi yang mencapai ke panel surya dengan mempertimbangkan sudut inklinasi dan bayangan sebesar 1465,9 kWh/m<sup>2</sup>. Energi yang dihasilkan panel surya sebesar 4415 kWh dengan energi listrik terbesar berada pada bulan Oktober sebesar 449 kWh karena bulan tersebut lintasan matahari mengarah ke selatan dan Indonesia berada pada peralihan musim, sehingga energi listrik yang dihasilkan cukup maksimal.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi pada *software* PVSyst didapatkan peletakan panel dengan arah utara mendapatkan *performance ratio* sebesar 80,5% dengan energi yang dihasilkan sebesar 4764,5 kWh dan arah selatan mendapatkan *performance ratio* sebesar 79,6% dengan energi yang dihasilkan sebesar 4415 kWh. Berdasarkan simulasi potensi *shading* dan nilai *performance ratio*, kedua variasi orientasi tersebut layak untuk dilakukan pemasangan dengan arah utara tanpa pohon menghasilkan energi yang lebih besar dibandingkan arah selatan.

## REFERENSI

A. Rachmi, B. Prakoso, Hanny Berchmans, I. Devi Sara, and Winne, "Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS atap di Indonesia," p. 94, 2020.

International Electrotechnical Commission, Technical Committee 64: Electrical installations and protection against electric shock, "IEC 60364-6 Low voltage electrical installations - Part 6: Verification," p. 104, 2016.

PUIL, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik," pp. 1–683, 2011.