

SIMULASI PRODUKSI ENERGI LISTRIK DARI SISTEM PLTS UNTUK PEMASANGAN DI AREA LUMPUR LAPINDO, SIDOARJO

Elieser Tarigan¹

Pusat Studi Energi Terbarukan dan Jurusan Teknik Elektro, Universitas Surabaya¹
e-mail: elieser@staff.ubaya.ac.id

ABSTRACT

This paper discusses simulation results for PV system if it is installed at the area of Lumpur Lapindo, Porong, Sidoarjo. This study was conducted to obtain the information on the potential of energy from solar farm instalation on this area. Simulation study was carried out using SolarGis PV planner online software. Simulation results showed that total area of the Lumpur Lapindo that could be use for solar farm is about 5,760,000 m². This area could be used for panel instalation with capacity about 369,2 MWp. For Porong area it was found that the specific energy for on grid PV sistem of 1564 kWh/kWp per year, therefore the total energy that can be expected from the PV system is about 577,428.8 GWh per year.

Keyword: solar panel, PV system, simulation, Lumpur Lapindo

ABSTRAK

Makalah ini memaparkan hasil simulasi energi keluaran sistem pembangkit tenaga surya (PLTS) untuk pemasangan di area bekas Lumpur Lapindo, Porong, Sidoarjo. Penelitian dilakukan untuk mendapatkan gambaran manfaat yang didapatkan jika lahan bekas lumpur tersebut dimanfaatkan sebagai sumber *solar farm*. Simulasi dilakukan dengan perangkat lunak (*software*) SolarGIS PV planer. Hasil simulasi menunjukkan bahwa total luasan lahan yang dapat dipakai sebagai lahan penempatan panel surya adalah sekitar 5.760.000 m². Lahan seluas ini dapat dimanfaatkan untuk pemasangan PLTS dengan kapasitas 369,2 MWp. Untuk area Porong Sidoarjo didapatkan besaran energi spesifik PLTS sistem *on grid* dengan sistem pemasangan panel tetap (*fixed surface*) adalah 1.564 kWh/kWp per tahun, sehingga total energi listrik dapat dihasilkan dari area pemasangan adalah sekitar 577,32 GWh per tahun.

Kata kunci: panel surya, PLTS, simulasi, Lumpur Lapindo.

PENDAHULUAN

Penggunaan sumber energi konvensional (energi fosil) terus mengalami peningkatan seiring dengan penambahan populasi dan percepatan teknologi/industrialisasi. Di sisi lain sumber energi tersebut mengalami penipisan dan dampak polusi akibat konsumsi energi fosil kian hari semakin nyata. Untuk mempertahankan keberlanjutan pembangunan, upaya pemanfaatan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan mutlak perlu dilakukan. Pemerintah telah menetapkan Rencana Energi Nasional (RUEN) yang menargetkan pemanfaatan renewable energy sebesar 23% dari energy mix pada tahun 2025 [1]. Ketersediaan sumber energi terbarukan yang melimpah seperti energi surya mestinya dapat dimanfaatkan.

Salah satu kendala dalam pemanfaatan energi surya, terutama untuk daerah padat penduduk adalah keterbatasan ketersediaan lahan untuk penempatan panel surya [2]. Untuk daerah perkotaan, pemerintah sedang menggalakkan pemanfaatan atap bangunan yang dikenal dengan *rooftop PV system* [3]. Penempatan panel surya memerlukan area terbuka dan terhindar dari objek yang menghalangi (membayangi) sinar matahari mengenai panel.

Peristiwa Lumpur Lapindo yang terjadi mulai tahun 2006 [4], saat ini menyisalkan area bekas endapan lumpur berupa lahan yang relatif luas, dan lahan belum termanfaatkan. Penelitian dilakukan untuk mendapatkan gambaran energi listrik yang akan didapatkan jika lahan bekas

lumpur tersebut dimanfaatkan sebagai lahan penempatan panel surya untuk sistem pembangkit tenaga surya (PLTS). Mengingat lahan yang tersedia cukup besar maka sistem PLTS dapat menjadi lahan surya atau *solar farm*. Simulasi dilakukan dengan perangkat lunak (*software*) SolarGIS PVplaner.

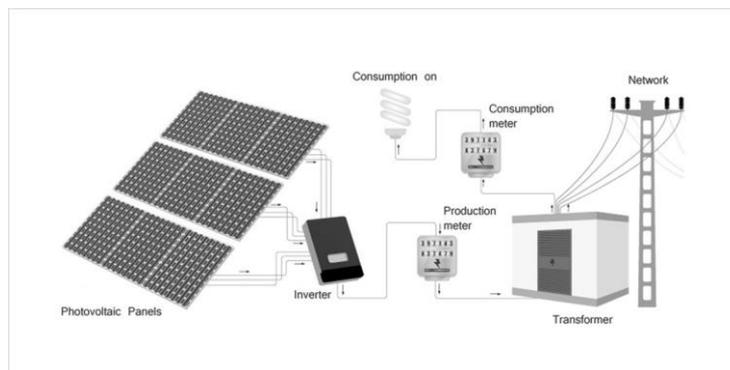
METODE

Luasan area penempatan panel ditentukan dengan *Google Earth* menggunakan fitur *Polygon*, yakni penghitungan jarak dan/atau luas dari bentuk geometris [2]. Lokasi pemasangan ditunjukkan pada Gambar 1 yang di *generate* dari *Google Earth*. Posisi astronomis lokasi adalah $7^{\circ}31'42.59''$ S $112^{\circ}43'00.65''$ E.



Gambar 1. Peta lokasi lumpur Lapindo

Simulasi keluaran PLTS dilakukan menggunakan *software Solar GIS PVplaner* [5]. Aplikasi *software* ini berbasis *online* yang dapat diakses melalui web. Data klimatologi pada *software* merupakan interpolasi dari rekaman data 10 tahun terakhir dari stasiun meteorologi terdekat dengan lokasi.



Gambar 2. Sistem on grid PLTS

Sistem PLTS yang digunakan dalam simulasi pada penelitian ini adalah sistem *on grid*, dimana listrik yang dihasilkan dari sistem PLTS akan dieksport ke jaringan listrik PLN. Sistem ini dipilih mengingat sistem PLTS relatif besar yang mana jika dikenakan sistem *off grid* maka

dibutuhkan sistem penyimpan (baterai) yang sangat besar, dan akan mempengaruhi biaya pemasangan secara signifikan. Selain itu sistem PLTS on grid memungkinkan untuk dipasang sesuai aturan yang berlaku [6]. Konfigurasi sistem PLTS on grid ditunjukkan pada Gambar 2, dimana komponen utamanya adalah panel surya, *inverter*, dan sistem pengkabelan.

Parameter input untuk site dan PV system info yang digunakan dalam simulasi ditunjukkan pada Table 1.

Table 1. Parameter input untuk simulasi

Parameter	Input
Site name	Jawa Timur
Coordinates	07° 31' 39.67" S, 112° 42' 13.84" E
Elevation a.s.l.	5 m
Slope inclination	1°
Slope azimuth	135° southeast
Installed power	369200.0 kWp
Type of modules	crystalline silicon (c-Si)
Mounting system	fixed mounting, free standing
Azimuth/inclination	0° north / 20°
Inverter Euro eff.	97.5%
DC / AC losses	5.5% / 1.5%
Availability	99.0%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi energi matahari serta data temperatur di lokasi objek simulasi ditampilkan pada Tabel 1, yang menunjukkan masing-masing:

Ghm - Radiasi matahari secara global tiap bulan (*Monthly sum of global irradiation*) [kWh/m²]

Ghd - Radiasi matahari harian (*Daily sum of global irradiation*) [kWh/m²]

Dhd - Radiasi matahari komponen hamburan (*Daily sum of diffuse irradiation*) [kWh/m²]

T24 - Temperatur rata-rata harian (*Daily (diurnal) air temperature*) [°C]

Terlihat bahwa potensi energi surya rata-rata harian dilokasi a cukup tinggi dengan nilai 5,59 kWh/m² dengan rentang (minimum-maksimum) 4,81 kWh/m² pada bulan Desember hingga 6,87 kWh/m² pada bulan September. Periode minimum sinar matahari terjadi pada bulan Desember kemungkinan dikarenakan musim penghujan yang pada umumnya terjadi pada masa tersebut. Komponen radiasi hamburan cukup signifikan terutama untuk bulan-bulan September – April sepanjang tahun. Sementara itu, hasil simulasi menunjukkan bahwa rata-rata suhu udara di Surabaya adalah sekitar 26,6°C dengan maksimum 28,5C.

Tabel 2. Potensi energi surya dan temperatur di lokasi Lumpur Lapindo

Month	Ghm	Ghd	Dhd	T24
Jan	151,2	4,88	2,67	25,8
Feb	142,6	5,09	2,67	25,2
Mar	163,9	5,29	2,49	25,5
Apr	157,9	5,26	2,25	25,8
May	160,2	5,17	1,97	26,2
Jun	154,5	5,15	1,77	26,1
Jul	171,5	5,53	1,78	26,1
Aug	196,2	6,33	1,86	26,7
Sep	206,2	6,87	2,02	27,9
Oct	210,7	6,80	2,48	28,5
Nov	176,7	5,89	2,78	27,9
Dec	149,1	4,81	2,75	26,6
Year	2040,7	5,59	2,29	26,5

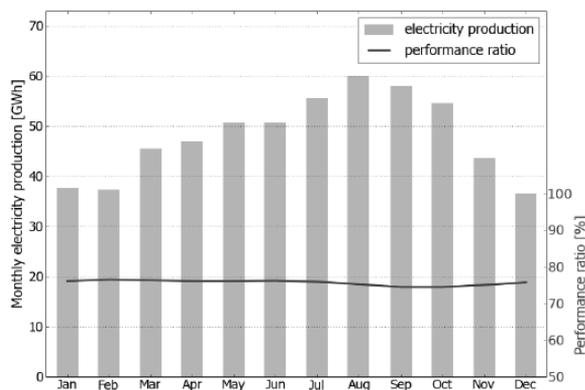
Hasil pemetaan area lumpur Lapindo sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 didapatkan bahwa luasan total lahan 5.761.474 ,00 m² dengan keliling 10,666.00 m. Lahan merupakan area terbuka sehingga cocok untuk pemasangan panel, tanpa objek penghalang radiasi matahari ke panel.

Sesuai dengan literatur bahwa untuk sistem solar farm yang membutuhkan banyak panel maka kebutuhan lahan penempatan panel rata 1kWp = 15,6 m² termasuk ruang dan jarak antar string atau baris sistem panel. Memperhatikan uas lahan yang tersedia, maka kapasitas panel yang dapat dipasang pada area tersebut adalah sekitar 369,2 MWp panel surya. Dengan parameter input untuk simulasi dengan besaran sebagaimana terdapat pada Tabel 1 maka didapatkan hasil produksi energi listrik keluaran PLTS seperti terangkum dalam Tabel 2. Pada Tabel 2 ditunjukkan besaran *Esm*, *Esd*, *Etm*, *Eshare* dan *PR* dengan keterangan:

Table 3. Produksi energi listrik hasil simulasi.

Month	<i>Esm</i>	<i>Esd</i>	<i>Etm</i>	<i>Eshare</i>	<i>PR</i>
Jan	102,1	3,29	37,70	6,5	76,2
Feb	101,1	3,61	37,33	6,5	76,6
Mar	123,3	3,98	45,52	7,9	76,4
Apr	127,0	4,23	46,89	8,1	76,2
May	137,3	4,43	50,69	8,8	76,2
Jun	137,5	4,58	50,76	8,8	76,3
Jul	150,5	4,85	55,56	9,6	76,0
Aug	162,6	5,25	60,03	10,4	75,3
Sep	156,9	5,23	57,93	10,0	74,5
Oct	148,0	4,77	54,64	9,5	74,5
Nov	118,3	3,94	43,68	7,6	75,1
Dec	99,1	3,20	36,59	6,3	75,8
Year	1563,7	4,28	577,32	100,0	75,7

Esm = Monthly sum of specific electricity prod. [kWh/kWp]
 Esd = Daily sum of specific electricity prod. [kWh/kWp]
 Etm = Monthly sum of total electricity prod. [GWh]
 $Eshare$ = Percentual share of monthly electricity prod. [%]
 PR = Performance ratio [%]



Gambar 3. Produksi energi listrik dan *performance ration* bulanan

Simulasi produksi energi listrik total bulanan serta *performance ratio* untuk PLTS dengan kapasitas 369,2 MWp dipasang di area bekas lumpur lapindo ditunjukkan pada Gambar 3. Terlihat bahwa energi listrik yang dihasilkan ada pada kisaran 37,33 - 60,03 GWh per bulan, dengan *performance ratio* rata-rata 75,7. Total energi listrik yang dapat diharapkan adalah sekitar 577,32 GWh per tahun.

KESIMPULAN

Hasil simulasi menunjukkan bahwa total luasan lahan bekas lumpur Lapindo yang dapat dipakai sebagai lahan penempatan panel surya untuk sistem PLTS adalah sekitar 5.760.000 m². Lahan seluas ini dapat dimanfaatkan untuk pemasangan PLTS sistem *on-grid* dengan kapasitas sekitar 369,2 MWp. Untuk area Porong Sidoarjo didapatkan besaran energi spesifik PLTS sistem *on grid* dengan sistem pemasangan panel tetap (*fixed surface*) adalah 1564 kWh/kWp per tahun, sehingga total energi listrik dapat dihasilkan dari area pemasangan adalah sekitar 577.32 GWh per tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)
- [2] Elieser Tarigan, Simulation and Feasibility Studies of Rooftop PV System for University Campus Buildings in Surabaya, Indonesia., *International Journal of Renewable Energy Research (IJRER)*- 8 (2), 2018 , pp 895-908
- [3] <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/regulasi-plts-roof-top-segera-diterbitkan>
- [4] https://id.wikipedia.org/wiki/Banjir_lumpur_panas_Sidoarjo
- [5] <https://solargis.info/pvplanner>
- [6] Elieser Tarigan, Djuwari, Lasman P., Assessment of PV Power Generation for Household in Surabaya Using SolarGIS-pvPlanner Simulation, *Energy Procedia* Vol 47, 2015, pp 85 -93

Halam ini sengaja dikosongkan