

## PERENCANAAN PLTS PADA *ROOF TOP* GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI PROGRAM PV\*SOL

Prian Gagani Chamdareno<sup>1</sup>, Adimas Fajar Priyo Sasongko, Budiyo  
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta,  
Jl.Cempaka Putih Tengah No.27,Jakarta, 10510, Indonesia  
Email: prian.gagani@ftumj.ac.id<sup>1</sup>

**Abstrak**--Perancangan PLTS pada *roof top* fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta dengan menggunakan simulasi program PV\*SOL. Total modul yang di representasikan oleh program ini adalah sebanyak 570 modul PV, menggunakan PV dengan kapasitas 500 Wp. Inverter yang digunakan sebanyak 21 unit, karena masing-masing inverter memiliki kapasitas yang berbeda maka masing-masing area Gedung di suplai minimal oleh 2 inverter. Berdasarkan hasil simulasi, estimasi energi yang dihasilkan cukup efisien yakni sebesar 285 kWp, dengan potensi radiasi matahari sebesar 4.76 kWh/m<sup>2</sup>/hari. Total pemakaian beban yang digunakan oleh Gedung A B C D Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta ini sebesar 629,739 kWh/tahun, dapat di akomodir oleh PLTS sebesar 319,431 kWh/tahun atau sebesar 50.7% dari keseluruhan total beban yang biasa digunakan, kemudian didistribusikan ke beban sebesar 208,362 kWh/tahun. Sedangkan total beban pada Gedung SIPIL sebesar 63,337 kWh/tahun, dapat diakomodir oleh PLTS sebesar 43,329 kWh/tahun atau sebesar 68.4% dari keseluruhan beban yang biasa digunakan. Investasi awal dibutuhkan dana sekitar \$ 270,750.

**Kata Kunci:** PLTS atap, PV\*SOL, On-Grid

### I. PENDAHULUAN

Isu utama yang dihadapi oleh Indonesia, bahkan di dunia adalah masalah energi. Jumlah ketersediaan dengan penggunaan tidaklah seimbang. Demikian pula dengan isu pemanasan global, hal ini dampak dari penggunaan perangkat yang menggunakan energi fosil sebagai bahan bakarnya. Indonesia dalam Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) Perubahan Iklim di Paris, Perancis tahun 2015 lalu (COP21) telah berkomitmen untuk menurunkan emisi bersama dengan negara-negara lainnya [1]

Sesuai dengan UU PERMEN ESDM RI nomor 49 tahun 2018 tentang penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya atap, maka Pemerintah melalui lembaganya yang berwenang untuk mengelola energi listrik, dalam hal ini PT. PLN, untuk memenuhi peningkatan sumber energi terbarukan maka menyarankan kepada seluruh pengguna energi listrik untuk dapat menjadi produsen listrik secara mandiri dengan memasang PLTS pada masing-masing tempat tinggalnya [2].

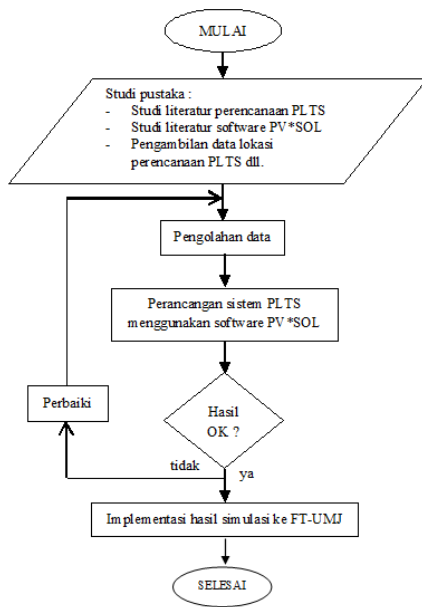
Namun sayangnya, mayoritas pengguna PLTS, seringkali kurang tepat dalam memprediksi kapasitas PLTS yang akan dibangun atau bahkan estimasi biaya yang dikeluarkan untuk membangun PLTS tersebut. Sehingga perencanaan PLTS sebelum benar-benar diaplikasikan di lapangan menjadi hal yang wajib dilakukan untuk mencegah kesalahan seminimal mungkin.

Perumusan PLTS atap akan coba di aplikasikan pada Gedung Fakultas Teknik Universitas

Muhammadiyah Jakarta menggunakan software khusus yakni PV\*SOL, dengan tujuan untuk memastikan efisiensi dan membandingkannya menggunakan sumber energi reguler dari PLN. Bahkan simulasi ini masih saling terinterkoneksi dengan PLN atau dikenal dengan sistem On-Grid. Sehingga diharapkan pada saat pelaksanaan secara aktualnya dapat berjalan optimal, tidak terdapat kesalahan mayor yang mengakibatkan timbulnya kerugian materiil maupun non materiil.

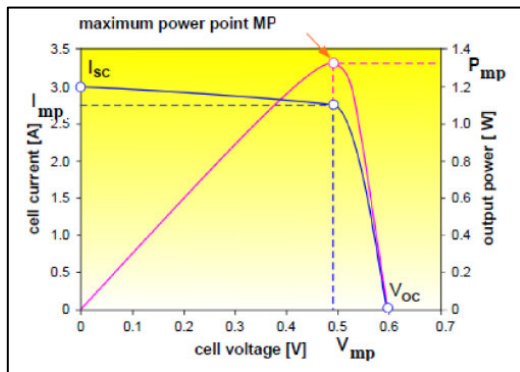
### II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam perencanaan pemasangan PLTS ini adalah metode simulasi dengan menggunakan software PV\*SOL. Langkah-langkah simulasi dilakukan sebagai berikut:



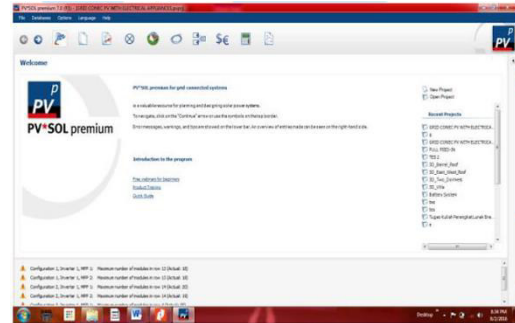
Gambar 1. Diagram alir simulasi

Sel surya memiliki kurva karakteristik yang menunjukkan hubungan antara arus dengan tegangan keluaran (kurva I-V) dan daya dengan tegangan keluaran sel surya (kurva P-V). Kurva ini ditunjukkan pada Gambar berikut:



Gambar 2. Karakteristik sel surya terhadap arus – tegangan dan daya

Software PV\*SOL adalah sebuah software untuk merencanakan, mensimulasikan dan mengoptimalkan photovoltaic atau panel surya atau PLTS. Ada beberapa pilihan simulasi yang bisa dipilih, salah satunya simulasi untuk sistem grid berskala besar.



Gambar 3. Tampilan software PV\*SOL.

#### Data Simulasi

1. Spesifikasi software : PV\*SOL Premium 2020, Valentin Software (GmbH)
2. Spesifikasi Hardware : Laptop Dell Intel Core i5 8<sup>th</sup> Gen
3. Panel Surya : Si Polycrystalline Merek 500 Wp
4. Inverter dan MPP : Qsolar Sunny Tripower type 15000TL dan 5000TL
5. Tipe Instalasi : Paralel Atap
6. Kabel : Semua kabel berbahan tembaga dimensi 2,5 – 4 mm.
7. Kebutuhan listrik Gedung A B C D selama 1 tahun, pada tahun 2019 : 629.739 kWh
8. Kebutuhan listrik Gedung SIPIL selama 1 tahun, pada tahun 2019 : 63.337 kWh

Tabel 1. Rincian pemakaian listrik Gedung A B C D FT-UMJ tahun 2019

Bulan Tahun Rekening	Pemakaian kWh	Rp. Tagihan
Desember '19	65242	60,133,212
Nopember '19	73897	68,109,107
Oktober '19	60196	55,482,818
September '19	34832	30,655,098
Agustus '19	55873	51,498,741
Juli '19	30456	28,057,108
Juni '19	50470	46,490,029
Mei '19	54561	50,257,899
April '19	55253	50,894,909
Maret '19	35570	32,767,221
Februari '19	57436	52,905,471
Januari '19	55953	51,539,107
<b>Total Beban/tahun :</b>	<b>629,739</b>	<b>Rp. 578,790,720</b>

Tabel 2. Rincian pemakaian listrik Gedung SIPIL FT-UMJ tahun 2019

Bulan Tahun Rekening	Pemakaian kWh	Rp. Tagihan
Desember '19	5240	4,722,000
Nopember '19	6279	5,656,920
Oktober '19	5240	4,722,000
September '19	4194	3,778,800
Agustus '19	5240	4,722,000
Juli '19	5240	4,722,000
Juni '19	5240	4,722,000
May '19	5704	5,139,960
April '19	5240	4,722,000
Maret '19	5240	4,722,000
Februari '19	5240	4,722,000
Januari '19	5240	4,722,000
<b>Total Beban/tahun : 63,337</b>		<b>Rp. 57,073,680</b>

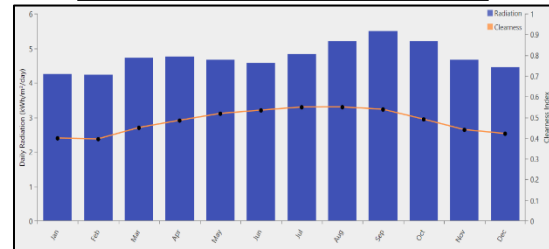
Tabel 1 dan 2 merupakan detail pemakaian beban pada Gedung A B C D maupun SIPIL selama 1 tahun termasuk dengan jumlah biaya yang harus dibayarkan ke PLN.

#### Potensi Radiasi Matahari

Radiasi matahari merupakan sumber energi utama bagi PLTS. Potensi radiasi matahari suatu wilayah dapat diketahui melalui beberapa metode, antara lain melalui aplikasi meteorologi atau menggunakan alat lux meter dan thermometer atau melalui situs resmi milik NASA. Pada simulasi ini, untuk mengetahui potensi radiasi harian selama 1 tahun di wilayah Gedung FT-UMJ berada, menggunakan data dari aplikasi HOMER PRO. Data radiasi tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini, dengan rata – rata per tahun nya adalah sebesar 4.76 kWh/m<sup>2</sup>/hari.

Tabel 3. Tabel Radiasi matahari yang terpapar di FT-UMJ, menggunakan aplikasi HOMER

Month	Clearness Index	Daily Radiation (kWh/m <sup>2</sup> /day)
Jan	0.399	4.250
Feb	0.395	4.240
Mar	0.449	4.720
Apr	0.484	4.760
May	0.517	4.670
Jun	0.533	4.580
Jul	0.549	4.820
Aug	0.549	5.210
Sep	0.538	5.500
Oct	0.490	5.200
Nov	0.439	4.670
Dec	0.421	4.450



Gambar 4. Grafik Radiasi matahari yang terpapar di FT-UMJ

#### Luas Permukaan Atap Gedung FTUMJ

Dari Pencitraan *Google Maps*, diperoleh data perkiraan luas atap atau *roof top* FT UMJ yang akan digunakan sebagai area rencana instalasi PLTS. Sehingga software mengkalkulasikan jumlah panel yang memungkinkan, kemudian dikonfigurasi dengan rangkaian Inverter dan MPP yang disesuaikan dengan besaran daya hasil dari PLTS.

Tabel 4. Konfigurasi area *roof top* Gedung A B C D

Area	Estimasi Jumlah			Luas Area (m <sup>2</sup> )
	Panel (unit)	Inverter (unit)	MPP (unit)	
Gedung A	152	6	8	± 683
Gedung B	150	6	10	± 687
Gedung C	162	6	9	± 731
Gedung D	38	1	2	± 348
<b>Jumlah</b>	<b>502</b>	<b>19</b>	<b>29</b>	<b>1726,88</b>
<b>Jumlah = 502 Panel x 500 Wp = 251 kWp/jam</b>				

Tabel 5. Konfigurasi area *roof top* Gedung Sipil

Area	Estimasi Jumlah			Luas Area (m <sup>2</sup> )
	Panel (unit)	Inverter (unit)	MPP (unit)	
Gedung Sipil	68	2	4	312
<b>Jumlah = 68 Panel x 500 Wp = 34 kWp/jam</b>				

### III. HASIL SIMULASI

Berdasarkan data-data yang sudah di input ke dalam sistem, diperoleh hasil simulasi pada Gedung A B C D dan Gedung SIPIL pada table 6 & 7 sebagai berikut :

Phase AC : 3 Phase  
 Voltase (1-phase) : 230 V  
 Power faktor (cos phi) : ± 0.98  
 Data iklim NASA : Indonesia, Jakarta  
 Pusat Tahun 1991- 2010

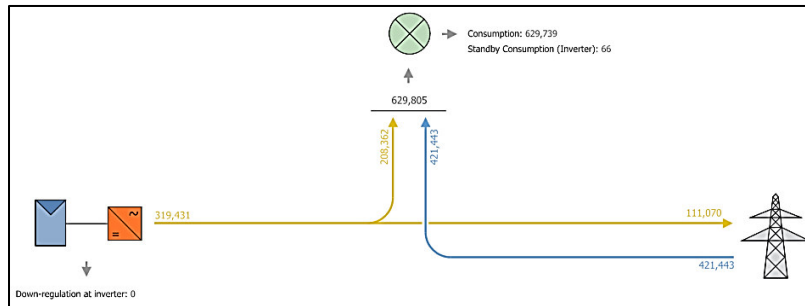
Tabel 6. Data hasil simulasi software pada Gedung A B C D

DETAIL SISTEM PLTS	
Daya yang dihasilkan PLTS	251 kWp
Rata-rata dalam 1 tahun	1,272.63 kWh/kWp
Rasio kinerja	75.3 %
Energi yang dihasilkan PLTS (AC Grid)	
	319,431 kWh/tahun
PEMAKAIAN BEBAN	
Pemakaian Beban	629,739 kWh/tahun
Beban pemakaian inverter	66 kWh/tahun
Total Pemakaian	629,805 kWh/tahun
- Disuplai langsung dari PLTS	208,362 kWh/tahun
- Disuplai melalui sistem Grid	421,443 kWh/tahun
Fraksi cahaya matahari	50.7 %

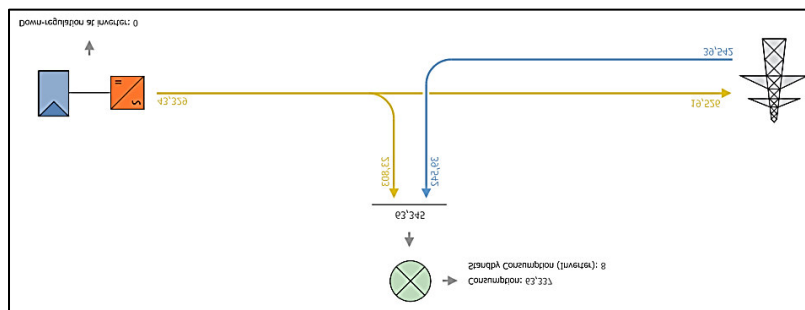
Tabel 7. Data hasil simulasi software pada Gedung SIPIL

DETAIL SISTEM PLTS	
Daya yang dihasilkan PLTS	34 kWp
Rata-rata dalam 1 tahun	1,274.38 kWh/kWp
Rasio kinerja	76.2 %
Energi yang dihasilkan PLTS (AC Grid)	
	43,329 kWh/tahun
PEMAKAIAN BEBAN	
Pemakaian Beban	63,337 kWh/tahun
Beban pemakaian inverter	8 kWh/tahun
Total Pemakaian	63,345 kWh/tahun
- Disuplai langsung dari PLTS	23,803 kWh/tahun
- Disuplai melalui sistem Grid	39,542 kWh/tahun
Fraksi cahaya matahari	68.4 %

Dari tabel 6 & tabel 7 dapat dibuat suatu diagram alir energi sistem pada masing-masing gedung



Gambar 5. Diagram alir energi sistem On Grid Gedung ABCD (dalam kWh)



Gambar 6. Diagram alir energi sistem On Grid Gedung Sipil (dalam KWh)

Gambar 5 dan tabel 6 saling berkaitan, dari data tersebut diatas diketahui bahwa dari total pemakaian beban dalam 1 tahun, PLTS dapat memberikan sumbangsih energi sebesar 319,431 kWh/tahun dimana akan didistribusikan ke beban sebesar 208,362 kWh/tahun sedangkan sisa kebutuhannya masih tetap di suplai oleh energi grid dari PLN sebesar 421,443 kWh/tahun dari total kebutuhan beban sebesar 629,805 kWh/tahun.

Demikian juga dari gambar 6 dan table 7 juga demikian, bahwa dari total pemakaian beban dalam 1 tahun, PLTS dapat memberikan sumbangsih energi sebesar 43,329 kWh/tahun dimana akan didistribusikan untuk beban sebesar 23,803 kWh/tahun sedangkan sisa kebutuhannya masih tetap di suplai oleh energi grid dari PLN sebesar 39,542 kWh/ tahun dari total kebutuhan beban sebesar 63,345 kWh/tahun.

#### Hasil Analisa Finansial

Program simulasi yang dihimpun oleh software PV\*SOL menunjukkan bahwa perkiraan investasi awal untuk mengimplementasikan PLTS pada *rooftop* di Gedung A-B-C-D sebesar \$238,450.00 (atau setara dengan Rp 3.283.647.260,-) sedangkan di Gedung SIPIL pada FT-UMJ ini sebesar \$32.300.00 (atau

setara dengan Rp 444.796.840,-) – Rate 1 US\$ = Rp 13.770,-. Perkiraan biaya tersebut diambil dari rata-rata tarif instalasi PLTS yang dikerjakan oleh beberapa perusahaan lokal dengan estimasi biaya sekitar Rp 13.000.000,-/kWp.

Sesuai simulasi yang dihasilkan program tersebut, biaya investasi baru dapat menyentuh *Break Even Point* di tahun ke-12. Pun biaya energi yang dikeluarkan apabila menggunakan PLTS berbanding dengan biaya dari PLN, maka akan mendapat penghematan biaya sebesar \$ 21078.13 per tahun (setara dengan Rp 290.262.712,-) atau hemat sekitar 50% pada Gedung A B C D, sedangkan pada Gedung SIPIL mendapat penghematan biaya sebesar \$ 2859.19 per tahun (setara dengan Rp 39.373.333,-) atau hemat sekitar 68%.

#### IV. KESIMPULAN

Dalam merencanakan PLTS dengan skala besar, banyak faktor yang perlu dipertimbangkan mulai dari investasi awal yang akan dikeluarkan, data-data radiasi dalam setiap tahun untuk memastikan kinerja PLTS dapat optimal, maupun pemilihan tipe PV atau perangkat pendukung lainnya yang akan digunakan karena dapat mempengaruhi hasil daya keluaran termasuk dengan biaya yang ditimbulkan juga.

Berdasarkan pemakaian beban per tahun dari Gedung A, B, C, D maupun Gedung SIPIL cukup besar. Termasuk hasil dari program software simulasi PV\*SOL menyebutkan, bahwa PLTS yang rencananya akan dipasang cukup efisien dimana akan memberikan energi sebesar 319,431 kWh/tahun (atau sekitar 50.7 % dari total beban per tahun) pada Gedung A B C D dan sebesar 43,329 kWh/tahun (atau sekitar 68.4 % dari total beban per tahun). Energi dari PLTS tersebut, secara teknis sebagian didistribusikan langsung ke beban pemakaian, dan sisanya didistribusikan melalui sistem grid. Meninjau dari nilai kebutuhan beban dengan hasil dari PLTS, maka PLTS dapat digunakan untuk daya cadangan karena energi yang dihasilkan oleh PLTS terbagi juga menuju ke grid sistem. Nilai finansial dari instalasi PLTS pada *roof top* Gedung FT-UMJ membutuhkan biaya investasi awal yang cukup besar, membutuhkan dana sekitar \$238,450.00 (setara Rp 3.283.647.260,-) untuk Gedung A B C D dan sekitar \$ 2,300.00 (setara Rp 444.796.840,0) untuk Gedung SIPIL.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. G. Chamdareno, E. Nuryanto and E. Dermawan, "Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid (Panel Surya dan Diesel Generator) Pada Kapal KM.Kelud," *RESISTOR (elektronika kendali telekomunikasi tenaga listrik komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 59-64, 2019.
- [2] KEMENTRIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL, *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Dirjen Peraturan Perundang-Undangan KEMENKUMHAM RI*, 2018.
- [3] M. Abrori, Sugiyanto dan F. T. Niryatama, "Pemanfaatan Solar Cell sebagai Sumber Energi Alternatif dan Media Pembelajaran Praktikum Siswa di Pondok Pesantren "Nurul Iman" Sorogenen Timbulharjo, Sewon, Bantul, Yogyakarta Menuju Pondok Mandiri Energi," *Jurnal Bakti Saintek*, vol. 1, no. 1, pp. 18 - 26, 2017.
- [4] Budiyanto and Fadlioni, "The Improvement of Solar Cell Output Power Using Cooling and Reflection from Mirror," *International Journal of Power Electronics and Drive System (IJPEDS)*, vol. 8, no. 3, pp. 1320-1326, September 2017.
- [5] A. Gaur and G. N. Tiwari, "Performance Of Photovoltaic Modules Of Different Solar Cells," *Journal Of Solar Energy*, vol. 2013, no. -, pp. -, 2013.
- [6] L. Ay Gegul, T. G. Onur and A. Vardar, "A Power Case Study for Monocrystalline and Polycrystalline Solar Panels in Bursa City, Turkey," *International Journal of Photo Energy*, Vols. -, no. -, pp. 1-7, 2016.
- [7] M. Yasin, *RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN IKAN TENAGA SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328*, Lampung: Skripsi Teknik Elektro; Fakultas Teknik Universitas Lampung, 2018.