

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kebutuhan daya listrik di Indonesia dari tahun ke tahun makin meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi. Pada tahun 2019 pertumbuhan ekonomi sebesar 5,02% dan pertumbuhan konsumsi energy listrik sebesar 4,65%. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) merilis Keputusan Menteri ESDM Nomor 143K/20/MEM/2019 tentang Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional Tahun 2019 sampai dengan Tahun 2038. Dalam keputusan itu, ESDM memproyeksikan rata-rata pertumbuhan kebutuhan energi listrik nasional sekitar 6,9 persen per tahun dengan asumsi pertumbuhan ekonomi per tahun sebesar 6%.

Namun demikian tenaga listrik yang diperoleh dari pemanfaatan tenaga air, khususnya di pulau Jawa hampir mencapai titik maksimum. Sedangkan minyak bumi, gas serta batubara tersedia dalam jumlah terbatas (sumber daya alam tidak dapat diperbarui). Selain itu, pemanfaatan sumber daya tersebut dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kelestarian lingkungan. Karena kebijaksanaan pengembangan teknologi pada saat ini berwawasan lingkungan maka pemanfaatan energy non fosil harus segera ditingkatkan.

Indonesia mulai mengembangkan energi terbarukan dengan memasukkan unsur EBT sebanyak 23% dari bauran penyediaan energy listrik secara nasional pada tahun 2025. Energi surya sebagai sumber energi listrik yang mudah didapat serta pengembangan sel photovoltaic yang semakin massif akan meningkatkan semangat pemanfaatannya secara global bahkan daerah di Indonesia yang belum terjangkau listrik PLN akan dengan mudah terlistriki. Indonesia memiliki radiasi harian matahari rata-rata 4,8 kWh/m<sup>2</sup> dengan potensi energi terbesar di kota Maumere Papua (5,75 kWh/m<sup>2</sup>) dan Waingapu, Sumba Timur, NTT (5,72 kWh/m<sup>2</sup>). Di kota Semarang sendiri memiliki potensi radiasi harian rata-rata sebesar 5,48 kWh/m<sup>2</sup>.

Berdasarkan peta energi matahari di Indonesia, maka seluruh Indonesia memiliki potensi yang baik untuk pengembangan pembangkit listrik dari energi surya.

Mengingat letak geografis Indonesia yang berada di garis khatulistiwa dan matahari bersinar sepanjang tahun, maka tepat sekali menerapkan dan memanfaatkan energi matahari (biasa disebut energi surya) yang melimpah jumlahnya dan tidak akan ada habis - habisnya. Berdasarkan itu untuk memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia dan sebagai alternative energy non fosil sangat tepat bila dikembangkannya PLTS.

Photovoltaic yaitu suatu proses yang dapat merubah sinar matahari menjadi energi listrik secara langsung dengan bantuan sel surya. Panel sel surya ini disusun sedemikian rupa untuk mengkonversi radiasi matahari menjadi energy listrik yang kemudian dengan modul alat inverter disesuaikan tegangannya menjadi tegangan konsumsi sesuai standard PLN. Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi daya keluaran sel surya adalah radiasi matahari, temperatur sel surya, orientasi panel surya, sudut kemiringan panel surya, dan pengaruh bayangan.

Energi surya merupakan energi ramah lingkungan, sehingga tidak mengherankan bahwa energi terbarukan saat ini dikriteriakan sebagai energi masa depan dan dapat diterima oleh masyarakat modern sehingga sudah mulai dikembangkan oleh beberapa negara maju. Pemanfaatan dari energi matahari sebagai sumber energy energi alternatif yang mudah didapatkan dan bebas polusi sehingga dampak negatif terhadap lingkungan kecil sekali.

Beberapa studi memproyeksikan bahwa biaya pembangkit listrik tenaga surya untuk masa depan semakin murah. Hal ini memberikan harapan untuk membuat perencanaan penggunaan energi surya dalam skala global. Dengan semakin tingginya biaya energy fosil serta keterbatasan kemampuan investasi PLN dalam meningkatkan ketersediaan energy dengan membangun pembangkit baru maka keterlibatan masyarakat perlu ditingkatkan dan kebijakan perlu diarahkan untuk mendukung pemanfaatan photovoltaic sebagai program nasional.

Berdasarkan regulasi yang dikeluarkan oleh Kementerian ESDM yakni Permen ESDM no. 49 Tahun 2018 Tentang Penggunaan Sistem PLTS Atap Oleh Konsumen PT. PLN (Persero) terdapat tiga poin utama yang diatur dalam penerapan system grid Solar Panel dengan PLN, yaitu; Pertama, jenis pelanggan PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) yang dapat menggunakan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) atap adalah semua Pelanggan PLN (Tarif Sosial/ Bisnis/Rumah Tangga/ Industri). Kedua, kapasitas sistem PLTS atap pada pelanggan dibatasi paling tinggi 100% dari daya tersambung ke konsumen PLN. Kapasitas sistem tersebut ditentukan dengan kapasitas total inverter. Ketiga, Energi listrik Pelanggan PLTS Atap yang diekspor dihitung berdasarkan nilai kWh Ekspor yang tercatat pada meter kWh ekspor-impor dikali 65% (enam puluh lima persen).

Pelanggan PLTS khususnya skala rumah tangga di Kota Semarang sendiri perkembangannya masih sangat lambat, tercatat beberapa pelanggan PLN yang memasang PLTS dengan kapasitas antara 2200 Wp hingga 5700 Wp yang sudah terealisasi pada tahun 2018-2019 hanya berjumlah 5 pelanggan. Untuk itu pada penelitian ini akan dilakukan kajian analisis pengimplementasian PLTS rooftop skala rumah tangga yang ditinjau dari sisi tekno-ekonomi yang diharapkan dapat menjadi acuan bagi pelanggan PLN untuk mengimplementasikan PLTS.

Penelitian sejenis sebelumnya yang dilakukan oleh Perdana dengan judul Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya On grid 5500 Watt Di Rumah Kost Akademi, membahas tentang luas atap di rumah Kost Akademi, penentuan spesifikasi komponen PLTS, dan analisis daya keluaran PLTS. Hasil penelitian didapatkan daya keluaran PLTS adalah sebesar 24,62 kWh/hari dari perhitungan manual dengan data rata-rata insolasi matahari di kota Banjarmasin sebesar 4,43 kWh/m<sup>2</sup>/hari.

Penelitian sejenis yang lain dilakukan oleh Jaka Windarta dan tim dengan judul proceeding “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berbasis Homer Di SMA Negeri 6 Surakarta Sebagai Sekolah Hemat Energi Dan Ramah Lingkungan”. Dari penelitian didapatkan energi listrik yang dapat dihasilkan 4 unit panel surya 100 Wp di SMA Negeri 6 Surakarta adalah sebesar 819 kWh/tahun,

biaya investasi sebesar Rp 20.868.600, penghematan biaya listrik sebesar Rp 1.422.042/tahun dan akan mengalami balik modal pada tahun ke-18.

Maka dalam thesis ini akan dilakukan penelitian untuk merancang dan menganalisis potensi PLTS rooftop dengan sistem on grid skala rumah tangga ditinjau dari sisi teknis dan analisis ekonomi. Perancangan PLTS akan diterapkan di atap rumah untuk mengurangi beban PLN dengan sistem yang terhubung ke jala-jala PLN menggunakan perangkat lunak PVSyst 6.43 dan RetScreen Expert.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas, dapat diambil perumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu :

1. Apakah sistim PLTS Roof Top kapasitas 1300 VA dan 2200 VA secara teknis dan ekonomis dapat digunakan untuk skala rumah tangga di Kota Semarang?
2. Seberapa besar nilai penghematan apabila pada rumah tangga tersebut menggunakan PLTS Rooftop On Grid?
3. Bagaimana cara implementasi PLTS Rooftop dengan sistim PLN On Grid terkait dengan regulasi yang berlaku pada skala rumah tangga?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan umum dari penelitian ini adalah mendukung kemandirian energi nasional dengan penemuan dan pemanfaatan sumber energi baru yang sumber nya berlimpah namun belum dimanfaatkan secara maksimal.

Tujuan khusus dari penelitian ini ialah diselenggarakan untuk:

1. Menganalisis kemampuan teknis rancang model PLTS pada rumah tangga daya 1300 VA dan 2200 VA
2. Melakukan analisa nilai keekonomian pemasangan PLTS pada pelanggan PLN dengan menggunakan Aplikasi RetScreen.
3. Memberikan gambaran pengetahuan kepada masyarakat tentang proses pengajuan pemasangan PLTS system on-grid dengan PLN.

#### **1.4 Batasan Masalah**

1. Data Pelanggan untuk Daya 1300 VA diambil dari salah satu pelanggan PLN yang dipasang PLTS, data daya 2200 VA menggunakan pendekatan pada pelanggan yang ada namun belum terpasang PLTS
2. PLTS tidak menggunakan batrey penyimpanan.
3. Dalam penelitian ini, digunakan data meteorologi dan klimatologi yang bersumber dari NASA Prediction of Worldwide Energy Resource tahun 2019
4. Penelitian ini menggunakan profil beban harian rumah tinggal daya 1300 VA dan 2200 VA.
5. Sistem PLTS yang direncanakan adalah sebuah sistem PLTS yang terhubung dengan jala-jala PLN (On Grid).
6. Orientasi panel memiliki sudut kemiringan  $30^{\circ}$  dan sudut azimuth  $-100^{\circ}$ .
7. Jenis solar panel yang digunakan Panel Surya Canadian Solar 405Wp
8. Inverter yang digunakan adalah inverter merk Solax dengan tipe X1-1.1-S yang memiliki efisiensi sebesar 97,1%.
9. Metode analisis ekonomi yang digunakan adalah Net Present Value (NPV), Benefit Cost Ratio (BCR) dan Payback Period (PP).
10. Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2013, PVSyst 6.43, dan RetScreen Expert.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada masyarakat Indonesia terkait dengan kemandirian energi dan pemanfaatan sumber daya yang sebelumnya belum dimanfaatkan secara optimal, yaitu :

1. Memberikan gambaran model dan design teknis yang sesuai untuk daya rumah tangga 1300 VA dan 2200 VA di Kota Semarang.
2. Memberikan gambaran nilai keekonomisan dari pemasangan PLTS Rooftop sistim on grid.
3. Memberikan informasi mengenai prosedur pemasangan PLTS Roof Top on Grid pada sistim PLN.

## 1.6 Originalitas Penelitian

Tabel 1.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti / tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	GAP Analisis
1	Groppi et al, 2018	<i>A GIS-based model to assess buildings energy consumption and usable solar energy potential in urban areas</i>	Pemetaan potensi radiasi matahari untuk instalasi PLTS sistem PV pada atap dilakukan di Italia dengan simulasi menggunakan software ArcGis. Data yang digunakan berdasarkan hasil data konstruksi bangunan yang ada dan menggunakan batasan arah atap, kemiringan atap, besar intensitas radiasi matahari rata-rata tahunan serta minimal luasan atap yang memiliki potensi pemasangan PV. Hasil yang didapatkan berupa gambar pencitraan dari atap gedung dengan potensi pemasangan instalasi yang ditunjukkan dengan indikator warna yang berbeda. Dari hasil analisa, didapatkan bahwa bila dilakukan pemasangan PV pada atap tersebut dapat dilakukan penghematan konsumsi listrik dari sumber energi konvensional (jaringan pembangkit). Hasil analisa dapat dijadikan pertimbangan bagi pemerintah dalam mengembangkan	Penelitian ini dilakukan di Italia dengan iklim sub tropis sehingga bila dilakukan penelitian di iklim sub tropis terutama Kota Semarang akan menghasilkan keluaran energy yang berbeda dan angka penghematan yang berbeda pula.

2	Banguero Aristizabal dan Murillo, 2017	<i>A Verification Study for Grid-Connected 20 kW Solar PV System Operating in Chocó, Colombia</i>	Analisis performa dari Analisa kinerja dan keekonomian dari sistem PV di Columba. Sistem PV berkapasitas 20 Kw dan menggunakan inverter tiga fase . Sistem PV dimonitoring, dilakukan pengukuran dan analisa kinerja dan kualitas daya. Hasil menunjukkan bahwa PVs sistem dapat menghasilkan daya AC 21.600 kWh/ year, merupakan jumlah yang sangat banyak bila dibandingkan kebutuhan hanya 217 kWh/ tahun. Analisa kinerja dan ekonomi menyatakan bahwa unuk mendapatkan trade off antara enegri dan kelaakan ekonomi,	Inverter yang digunakan pada penelitian Banguero adalah inverter tiga fasa, sementara inverter yang direncanakan adalah satu fasa  Dengan tariff listrik yang ada di kolumbia maka penggunaan PLTS tidak layak secara ekonomi namun bila dengan tariff listrik di Indonesia akan dicari nilai keekonomian serta Pay Back Periodnya.
---	--	---	---	---

3	Roumpakias dan Stamelatos, 2017	<i>Performance analysis and investigation of a grid-connected photovoltaic installation in Morocco</i>	<p>Analisa performa dilakukan pada sistem PV yang terpasang di atap gedung pemerintahan di Tangier Maroko yang terdiri dari 20 modul 250 Wp dan inverter 5 kW. Analisa dengan melakukan monitoring data selama satu tahun (2015), kemudian dilakukan perhitungan data yang didapat baik yf, yr PR dan daya yang masuk ke grid. Yf yang didapat dibandingkan dengan sistem pV terpasang lainnya di lokasi yang lain.</p>	<p>Penelitian dilakukan di Maroko dan pada gedung pemerintahan, sementara penelitian yang rencananya dilakukan adalah pada rumah tangga.</p>
4	Irfan, 2017	<p>Perencanaan Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem On-Grid</p>	<p>Dilakukan perencanaan teknoekonomi pemasangan sel surya (photovoltaic) yang sesuai dengan kebutuhan energi berdasarkan analisa data beban penerangan di Gedung Terpadu PT. Pertamina RU II Dumai sebesar 496 kWh menggunakan software Pvsyst. Analisa teknoekonomi yang dilakukan berdasarkan beban penerangan untuk satu gedung dan menggunakan software PV syst.</p>	<p>Penelitian dilakukan di gedung terpadu (perkantoran) hasilnya akan berbeda bila dilakukan di rumah tinggal</p>

5	Hong et al, 2016	<p><i>Estimation of the available rooftop area for installing the rooftop solar photovoltaic (PV) system by analyzing the building shadow using Hillshade analysis</i></p>	<p>penghitungan luasan atap pada daerah perkotaan yang memiliki potensi untuk dilakukan pemasangan PLTS rooftop dengan mempertimbangkan analisa bayangan. Studi dilakukan melalui simulasi menggunakan tool Hillshade pada software Arc GIS. Hasil yang didapat adalah luasan atap di seluruh area perkotaan yang memiliki potensi optimal dipasang sistem solar PV dari seluruh luasan atap di perkotaan, mengevaluasi bangunan sesuai potensi PLTS Rooftop dengan sistem PV, memilih bangunan yang optimal untuk dipasang PLTS Rooftop dengan sistem PV.</p>	<p>Pada penelitian Hong disamping, lebih difokuskan pada luasan atap dari bangunan, sementara rencana penelitian yang akan dilakukan lebih kepada tariff dan daya dari pelanggan PLN.</p>
6	Ramadhan dan Rangkuti, 2016	<p>Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti</p>	<p>Perencanaan teknoekonomi PLTS dilakukan untuk atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti dengan kapasitas 300 Wp. Hasil yang didapat adalah daya yang dihasilkan adalah sebesar 131, 232 kWh per tahun dengan BEP 8 tahun 5 bulan.</p>	<p>Penelitian dilakukan pada gedung universitas, sementara penelitian yang akan dilakukan pada rumah tinggal</p>