

**SIMULASI POTENSI APLIKASI PLTS ATAP
PELANGGAN PLN TIPE R-1 DAN R-2 DENGAN
SKENARIO EKSPOR/IMPOR**

TESIS

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister dari
Universitas Darma Persada**

Oleh

SUBARIANTO

NIM : 2017910007

(Program Studi Magister Energi Terbarukan)



**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA**

2019

**SIMULASI POTENSI APLIKASI PLTS ATAP
PELANGGAN PLN TIPE R-1 DAN R-2 DENGAN
SKENARIO EKSPOR/IMPOR**

TESIS

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister dari
Universitas Darma Persada**

Oleh

SUBARIANTO

NIM : 2017910007

(Program Studi Magister Energi Terbarukan)



**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA**

2019

PERNYATAAN KEASLIAN

"Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini merupakan hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan dan keyakinan saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagian bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijasah pada Universitas Darma Persada atau Perguruan tinggi lainnya"

Jakarta, September 2019

Subrianto

NIM : 2017-91-0007

ABSTRAK

Subarianto (2017910007). Simulasi potensi aplikasi PLTS Atap pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 dengan skenario ekspor/impor, di bawah bimbingan Dr. Ir. Erwin S. Sadirsan, MM, MBA; Ir. Erkata Yandri, M.Sc.rer.nat ; Dr. Muhammad Syukri Nur, MSi

Penelitian ini memuat simulasi aplikasi PLTS Atap pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 dengan skenario ekspor/impor ke grid PLN untuk mencari konsep dan skenario ekspor/impor yang paling cocok untuk pelanggan PLN, tidak mengganggu bisnis PLN, bisa diterima oleh pemerintah dan menarik buat developer property dan fabrikasi PLTS Atap.

Proses simulasi adalah menghitung/mengolah data-data dengan menggunakan microsoft excel dan data –data diperoleh dari instansi pemerintah berupa peraturan perundang undangan ataupun data primer yang telah di keluarkan secara resmi seperti data potensi energi matahari yang dipublikasi melalui website geoportal Kementerian ESDM dan juga data-data dari hasil statistik yang dikeluarkan oleh badan/instansi resmi dari pemerintah. Hasil simulasi adalah skenario ekspor/impor dan konsep pembayaran rekening minimum dengan parameter pembayaran rekening listrik, penghematan pembayaran rekening dan periode pengembalian biaya (Pay Back Period-PBP) instalasi PLTS Atap.

Hasil penelitian diharapkan dapat sebagai masukan pemerintah dalam memperbaiki peraturan mengenai aplikasi PLTS Atap untuk mempertimbangkan 3 parameter tersebut sehingga akan lebih menarik bagi pelanggan PLN R-1 dan R-2, pengembang properti, investor dan fabrikasi PLTS Atap untuk memasang dan mengembangkan PLTS Atap dan tidak berdampak signifikan pada bisnis PLN. Dengan demikian rencana pemerintah untuk merealisasikan pemanfaatan energi matahari 6,5 GW pada tahun 2025 dapat direalisasikan.

Kata kunci : PLTS Atap, PLN R-1/ R-2, Pay Back Period, Net Metering

ABSTRACT

Subrianto (NIM 2017910007). Simulation of Potential Applications Roof Top Solar PV on PLN Customers R-1 and R-2 Types with Import/Export Scenario, under the guidance of :Dr. Ir. Erwin S. Sadirsan, MM, MBA ;

Ir. Erkata Yandri, M.Sc.rer.nat ; Dr. Muhammad Syukri Nur, M.Si

This study is researching about potential application Roof Top Solar PV on PLN customers R-1 and R-2 types with import/export scenario to the PLN Grid to look for scenario's that are most suitable for PLN customers, do not interfere with PLN business, can be accepted by the government and create interest in property developers and Roof Top Solar PV manufacturers.

The simulation process is to calculate / process data using microsof excel and data obtained from government, data in the form of statutory regulations or officially issued data such as potential solar energy data published through the ESDM Ministry's geoportal website and also data from the results of statistics issued by official government agencies / agencies. The simulation results are the skenario of import export and the concept of minimum account payment with the parameters of electricity bill payments, Savings in electricity bill payments and the Pay Back Period-PBP solar roof installation.

The results of the study are expected to be able to enter the government in improving regulations regarding the PLTS Roof application to consider these 3 parameters so that it will be more attractive for PLN R-1 and R-2 customers, property developers, investors and manufacturers of Roof Top Solar PV to install and develop Roof PLTS and not have a significant impact on PLN's business. Thus the government's plan to realize the use of 6.5 GW solar energy in 2025 can be realized.

Keywords: PLTS Roof, PLN R-1 and R-2, Pay Back Period, Net Metering

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

Judul Tesis : Simulasi Potensi Aplikasi PLTS Atap Pelanggan PLN
Tipe R-1 dan R-2 dengan Skenario Ekspor/Impor

Nama : Subariato

NIM : 2017910007

Telah disetujui oleh komisi pembimbing dan penguji

Dr. Ir. Erwin Susanto Sadirsan, MM, MBA : _____
(Pembimbing Utama/Anggota Penguji)

Ir. Erkata Yandri, M.Sc.rer.nat : _____
(Pembimbing 1)

Dr. Muhammad Syukri Nur, M.Si : _____
(Pembimbing 2/Anggota Penguji)

Dr. Aep Saepul Uyun, S.TP, M.Eng : _____
(Ketua Penguji)

Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah, IPU : _____
(Anggota Penguji)

Mengetahui

Ketua Program Studi

Direktur Pascasarjana

(Dr. Aep Saepul Uyun, S.TP, M.Eng)

(Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah, IPU)

Tanggal Ujian : Kamis, 15 Agustus 2019

Tanggal Yudisium : Kamis, 15 Agustus 2019

KATA PENGANTAR

Tesis ini diajukan penulis sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi Strata - 2 di Program Studi Energi Terbarukan, Sekolah Pasca Sarjana Universitas Darma Persada, Jakarta. Teriring rasa syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, petunjuk dan rahmatNYA sehingga penelitian tesis ini dapat penulis selesaikan dengan baik.

Ucapan terima kasih tak lupa penulis sampaikan kepada bapak/ibu dosen pembimbing dan rekan – rekan serta para pihak yang telah berkontribusi dan membantu terselesaikannya proposal tesis ini.

Penulis berharap tesis ini dapat menjadi bahan pertimbangan Pemerintah dalam menyusun regulasi Aplikasi PLTS Atap yang berkeadilan dan lebih menarik bagi Pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 untuk mengaplikasikan PLTS Atap sebagai sumber energi murah dan sustainable dengan biaya investasi yang semakin murah.

Tiada gading yang tak retak demikian pula penulis sebagai manusia tentu memiliki keterbatasan, untuk itu bilamana terdapat ketidaksempurnaan atas tesis ini, penulis mohon maaf dan mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pihak.

Jakarta, September 2019

Penulis,

Subarianto

NIM 2017910007

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Banyuwangi pada tanggal 06 Juni 1967 Sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Jikan dan Ibu Jeminten (Almarhumah). Menyelesaikan Sarjana S-1 di Institut Teknologi Bandung, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri pada tahun 1994, dengan menulis skripsi yang berjudul “*Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Penumpu Aktuator Hidrolik Schenk Tipe PM 25 K untuk Perangkat Uji Simulasi Eksperimental Getaran Kendaraan*”.

Bidang pekerjaan yang pernah ditekuni antara lain sebagai Direktur Proyek sebuah kontraktor bidang Mekanikal dan Elektrikal Bangunan Gedung di Jakarta dan saat ini bekerja di PT. Intiland Development, tbk, Jakarta, Divisi Planning & Monitoring sebagai Manager Mekanikal dan Elektrikal.

Organisasi profesi yang pernah dan sedang diikuti, antara lain :

- 1 Ikatan Alumni Mesin ITB, sebagai Wakil Sekretaris Umum sejak 2008 sd 2012
- 2 Ikatan Ahli Sistem Konstruksi Mekanis Indonesia, sebagai :
 - Wakil Sekretaris Jenderal sejak 2014 – 2018
 - Wakil Ketua Harian sejak 2018 – sekarang
- 3 Persatuan Insinyur Indonesia, sebagai Anggota sejak 2014 - Sekarang
- 4 Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia, sebagai Anggota sejak 2017 – sekarang
- 5 Asosiasi Prakarsa Indonesia Cerdas, sebagai Anggota sejak 2017 – sekarang

Demikian riwayat singkat mengenai data pribadi, pendidikan, pengalaman kerja dan organisasi ini kami buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, September 2019

Penulis,

Subrianto

NIM 2017910007

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan telah selesainya tesis ini Penulis menghaturkan terima kasih yang tiada terhingga kepada para pihak, :

1. Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah, IPU sebagai Direktur Sekolah Pascasarjana Energi Terbarukan Universitas Darma Persada yang banyak memberikan motivasi untuk terselesaikannya tesis ini harus tepat waktu.
2. Dr. Aep Saepul Uyun, S.TP, M.Eng sebagai Kaprodi Sekolah Pascasarjana Energi Terbarukan yang telah memberikan kesempatan dan dukungan administratif .
3. Dr. Ir. Erwin Susanto Sadirsan, MM, MBA sebagai Pembimbing utama yang telah banyak meberikan dukungan dan masukan yang menginspirasi dalam penulisan tesis.
4. Ir. Erkata Yandri, M.Sc.rer.nat sebagai Pembimbing I yang telah banyak memberikan inspirasi, motivasi dan saran-saran yang konstruktif hingga terselesaikannya tesis ini.
5. Dr. Muhammad Syukri Nur, M.Si sebagai pembimbing II yang telah banyak memberikan kritik dan saran yang menjadikan lebih tertantang dalam menyelesaikan tesis ini.
6. Bapak/Ibu Dosen, staf administrasi dan umum serta teman-teman angkatan 2017 Sekolah Pasca Sarjana, Program Studi Energi Terbarukan, Universitas Darma Persada yang selama ini telah banyak memberikan dukungan dan motivasi serta kebersamaan dalam menyelesaikan tesis ini.
7. Ayahanda, Istri dan anak-anak (Nabiila Nuri S. dan Nadaa S. Nuri) yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan untuk menyelesaikan dengan segera penelitian tesis ini.

Demikian ucapan terimakasih ini kami sampaikan dengan tulus dan ikhlas serta teriring doa semoga Allah SWT memberikan balasan amal kebaikan kepada bapak dan ibu yang telah banyak membantu terselesaikannya tesis ini.

Jakarta, September 2019

Penulis,

Subrianto

NIM 2017910007

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	iv
KATA PENGANTAR	v
RIWAYAT HIDUP	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Perumusan Masalah dan Kerangka Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Teori Dasar Solar Energi.....	7
2.2 Solar Energi sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap	8
2.3 Sistem kWh Meter Ekspor/Impor.....	11
2.4 Regulasi Pemanfaatan PLTS Atap	13
2.5 Studi Kelayakan Ekonomi	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Prosedur Penelitian dan Parameter Pengamatan	18
3.2 Tempat dan Waktu.....	19
3.3 Pengumpulan Data.....	20
3.3.1 Data Untuk Perhitungan Nilai Ekspor Energi Listrik ke PLN (Produksi Energi Listrik PLTS Atap)	21
3.3.2 Data untuk Perhitungan Biaya Impor Energi Listrik dari PLN.....	21

3.3.3	Data Biaya Instalasi PLTS Atap.....	23
3.4	Perhitungan dan Pengolahan Data.....	23
3.4.1	Perhitungan Energi Ekspor ke Grid PLN (Energi Hasil PLTS Atap)	24
3.4.2	Perhitungan Energi Impor (Energi untuk Konsumsi dari Listrik PLN)	26
3.4.3	Perhitungan Biaya Listrik (Ekspor/Impor) untuk Pelanggan PLN Tipe R-1 dan R-2	26
3.4.4	Perhitungan Biaya Pengadaan dan Pembelian PLTS Atap.....	27
3.4.5	Perhitungan Keekonomian	28
3.4.5.1	Perhitungan Biaya rekening Per Tahun	28
3.4.5.2	Perhitungan Penghematan Biaya rekening per tahun	28
3.4.5.3	Perhitungan Periode Pengembalian Biaya Instalasi PLTS Atap.....	29
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1	Biaya Rekening Pelanggan PLN Tipe R-1 dan R-2 per Tahun.....	31
4.1.1	Biaya Rekening per Tahun Pelanggan PLN 1300 VA	31
4.1.2	Biaya Rekening per Tahun Pelanggan PLN 2200 VA	34
4.1.3	Biaya Rekening per Tahun Pelanggan PLN 3300 VA	37
4.1.4	Biaya Rekening per Tahun Pelanggan PLN 4400 VA	40
4.1.5	Biaya Rekening per Tahun Pelanggan PLN 5500 VA	43
4.2	Penghematan Biaya Rekening Pelanggan PLN Tipe R-1 dan R-2 per Tahun	46
4.2.1	Penghematan Biaya Rekening Pelanggan PLN 1300 VA	46
4.2.2	Penghematan Biaya Rekening Pelanggan PLN 2200 VA	50
4.2.3	Penghematan Biaya Rekening Pelanggan PLN 3300 VA	53
4.2.4	Penghematan Biaya Rekening Pelanggan PLN 4400 VA	56
4.2.5	Penghematan Biaya Rekening Pelanggan PLN 5500 VA	59
4.3	Periode Pengembalian Biaya (Pay Back Period - PBP) Instalasi PLTS Atap untuk Pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2	62
4.3.1	PBP Instalasi PLTS Atap Pelanggan PLN 1300 VA.....	62
4.3.2	PBP Instalasi PLTS Atap Pelanggan PLN 2200 VA.....	65
4.3.3	PBP Instalasi PLTS Atap Pelanggan PLN 3300 VA.....	67

4.3.4	PBP Instalasi PLTS Atap Pelanggan PLN 4400 VA.....	70
4.3.5	PBP Instalasi PLTS Atap Pelanggan PLN 5500 VA.....	73
4.4	Perbandingan Keekonomian antar Kapasitas Daya Pelanggan PLN Tipe R-1 dan R-2.	76
4.5	Perbandingan Target dan Regulasi PLTS di Negara ASEAN	80
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1	Kesimpulan	84
5.2	Saran	90
5.2.1	Saran untuk Pelanggan PLN Tipe R-1 dan R-2	90
5.2.2	Saran untuk Pemerintah dan PT. PLN (Persero).....	91
5.2.3	Saran untuk Pengembang Perumahan dan Properti.....	92
5.2.4	Saran untuk Fabrikasi/Pengusaha PLTS Atap	92
5.2.5	Saran penelitian lanjutan untuk peningkatan keekonomian.....	93
	DAFTAR PUSTAKA	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sepesifikasi teknis modul PV tipe monocrystalline	10
Tabel 2.2	Daftar komponen dan peralatan PLTS Atap	10
Tabel 4.1	Biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 1300 VA	32
Tabel 4.2	Biaya rekening rata-rata nasional per tahun pelanggan PLN 1300 VA.	33
Tabel 4.3	Biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 2200 VA	35
Tabel 4.4	Biaya rekening rata-rata nasional per tahun pelanggan PLN 2200 VA.	36
Tabel 4.5	Biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 3300 VA	38
Tabel 4.6	Biaya rekening rata-rata nasional per tahun pelanggan PLN 3300 VA	39
Tabel 4.7	Biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 4400 VA	41
Tabel 4.8	Biaya rekening rata-rata nasional per tahun pelanggan PLN 4400 VA	43
Tabel 4.9	Biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 5500 VA	44
Tabel 4.10	Biaya rekening rata-rata nasional per tahun pelanggan PLN 5500 VA	45
Tabel 4.11	Penghematan biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 1300 VA	47
Tabel 4.12	Penghematan biaya rekening rata-rata nasional pelanggan PLN 1300 VA	49
Tabel 4.13	Penghematan biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 2200 VA	51
Tabel 4.14	Penghematan biaya rekening rata-rata nasional pelanggan PLN 2200 VA	52
Tabel 4.15	Penghematan biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 3300 VA	54
Tabel 4.16	Penghematan biaya rekening rata-rata nasional pelanggan PLN 3300 VA	55
Tabel 4.17	Penghematan biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 4400 VA	57
Tabel 4.18	Penghematan biaya rekening rata-rata nasional pelanggan PLN 4400 VA	58
Tabel 4.19	Penghematan biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 5500 VA	60
Tabel 4.20	Penghematan biaya rekening rata-rata nasional Pelanggan PLN 5500 VA	62
Tabel 4.21	PBP Provinsi tertinggi/terendah pelanggan PLN 1300 VA	63
Tabel 4.22	PBP rata-rata nasional pelanggan PLN 1300 VA	64
Tabel 4.23	PBP Provinsi tertinggi/terendah pelanggan PLN 2200 VA	66
Tabel 4.24	PBP rata-rata nasional pelanggan PLN 2200 VA	67
Tabel 4.25	PBP Provinsi tertinggi/terendah pelanggan PLN 3300 VA	69
Tabel 4.26	PBP rata-rata nasional pelanggan PLN 3300 VA	70
Tabel 4.27	PBP Provinsi tertinggi/terendah pelanggan PLN 4400 VA	71

Tabel 4.28	PBP rata-rata nasional pelanggan PLN 4400 VA	72
Tabel 4.29	PBP Provinsi tertinggi/terendah pelanggan PLN 5500 VA.	74
Tabel 4.30	PBP rata-rata nasional pelanggan PLN 5500 VA	75
Tabel 4.31	Perbandingan penghematan rekening per kapasitas daya (skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dan no. 50 tahun 2017).....	77
Tabel 4.32	Perbandingan PBP rekening per kapasitas daya (skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dan no. 50 tahun 2017)	79
Tabel 4.33	Perbandingan roadmap PLTS di 4 negara anggota ASEAN s/d 2013	81
Tabel 4.34	Fit in Tariff tenaga surya negara-negara di Asia Tenggara	82
Tabel 5.1	Biaya rekening terendah pelanggan PLN R-1 dengan aplikasi PLTS Atap.....	85
Tabel 5.2	Biaya rekening terendah pelanggan PLN R-2 dengan aplikasi PLTS Atap.....	85
Tabel 5.3	Penghematan biaya rekening tertinggi pelanggan PLN R-1 dengan aplikasi PLTS Atap.....	86
Tabel 5.4	Penghematan biaya rekening tertinggi pelanggan PLN R-2 dengan aplikasi PLTS Atap.....	87
Tabel 5.5	Pay Back Period (PBP) terendah pelanggan PLN R-1 dengan aplikasi PLTS Atap.....	88
Tabel 5.6	Pay Back Period (PBP) terendah pelanggan PLN R-2 dengan aplikasi PLTS Atap.....	88

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Perbandingan penghematan rekening per kapasitas daya (skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018).....	77
Grafik 4.2 Perbandingan penghematan rekening per kapasitas daya (skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017).....	78
Grafik 4.3 Perbandingan PBP antar kapasitas daya pelanggan PLN R-1 dan R-2 (skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018).....	79
Grafik 4.4 Perbandingan PBP antar kapasitas daya pelanggan PLN R-1 dan R-2 (skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017).....	80
Grafik 4.5 Total kapasitas PLTS terpasang di ASEAN s/d 2016. [17].....	83
Grafik 4.6 Penambahan kapasitas terpasang PLTS di ASEAN s/d 2018. [14]	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram alur pikir penelitian tesis.....	6
Gambar 2.1 Hubungan antara I dan V pada cell Photo Voltaic	9
Gambar 2. 2 Rangkaian PLTS Atap dengan kWh ekspor/impor.[10]	9
Gambar 2. 3 Diagram kWh meter ekspor/impor Net Metering. [11]	11
Gambar 2. 4 Diagram kWh meter ekspor/impor Gross Metering [11]	12
Gambar 2. 5 Roadmap kebijakan PLTS Atap di Indonesia s/d 2018	15

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN TABEL 1

Nomor	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Data Potensi Energi Matahari untuk PLTS Atap di Wilayah Provinsi	LT.1 1
Tabel 3.2	Data BPP, TDL dan Pajak Penerangan Jalan per Kota Provinsi	LT.1 2
Tabel 3.3	Simulasi pola konsumsi listrik pelanggan PLN 1300 VA	LT.1 3
Tabel 3.4	Simulasi pola konsumsi listrik pelanggan PLN 2200 VA	LT.1 4
Tabel 3.5	Simulasi pola konsumsi listrik pelanggan PLN 3300 VA	LT.1 5
Tabel 3.6	Simulasi pola konsumsi listrik pelanggan PLN 4400 VA	LT.1 6
Tabel 3.7	Simulasi pola konsumsi listrik pelanggan PLN 5500 VA	LT.1 7
Tabel 3.8	Estimasi konsumsi listrik pelanggan PLN 1300 VA	LT.1 8
Tabel 3.9	Estimasi konsumsi listrik pelanggan PLN 2200 VA	LT.1 9
Tabel 3.10	Estimasi konsumsi listrik pelanggan PLN 3300 VA	LT.1 10
Tabel 3.11	Estimasi konsumsi listrik pelanggan PLN 4400 VA	LT.1 11
Tabel 3.12	Estimasi konsumsi listrik pelanggan PLN 5500 VA	LT.1 12
Tabel 3.19	Contoh perhitungan ekspor/impur NET Metering Skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018	LT.1 13
Tabel 3.20	Contoh perhitungan ekspor/impur NET Metering 85% Ekspor x TDL	LT.1 14
Tabel 3.21	Contoh perhitungan ekspor/impur NET Metering 100% Ekspor x TDL	LT.1 15
Tabel 3.22	Contoh perhitungan ekspor/impur Gross Metering skenario PERMEN ESDM no.50 tahun 2017	LT.1 16
Tabel 3.23	Contoh perhitungan ekspor/impur Gross Metering 100% ekspor x BPP Setempat	LT.1 17
Tabel 3.13	Harga pengadaan dan pemasangan PLTS Atap 1000Wp, 2000Wp, 3000Wp, 4000Wp dan 5000 Wp	LT.1 18

Tabel 3.14	Potensi ekspor PLTS Atap pelanggan PLN 1300 VA	LT.1 19
Tabel 3.15	Potensi ekspor PLTS Atap pelanggan PLN 2200 VA	LT.1 20
Tabel 3.16	Potensi ekspor PLTS Atap pelanggan PLN 3300 VA	LT.1 21
Tabel 3.17	Potensi ekspor PLTS Atap pelanggan PLN 4400 VA	LT.1 22
Tabel 3.18	Potensi ekspor PLTS Atap pelanggan PLN 5500 VA	LT.1 23
Tabel 3.24	Biaya rekening per tahun pelanggan PLN 1300 VA	LT.1 24
Tabel 3.25	Biaya rekening per tahun pelanggan PLN 2200 VA	LT.1 25
Tabel 3.26	Biaya rekening per tahun pelanggan PLN 3300 VA	LT.1 26
Tabel 3.27	Biaya rekening per tahun pelanggan PLN 4400 VA	LT.1 27
Tabel 3.28	Biaya rekening per tahun pelanggan PLN 5500 VA	LT.1 28
Tabel 3.29	Penghematan biaya rekening per tahun pelanggan PLN 1300 VA	LT.1 29
Tabel 3.30	Penghematan biaya rekening per tahun pelanggan PLN 2200 VA	LT.1 30
Tabel 3.31	Penghematan biaya rekening per tahun pelanggan PLN 3300 VA	LT.1 31
Tabel 3.32	Penghematan biaya rekening per tahun pelanggan PLN 4400 VA	LT.1 32
Tabel 3.33	Penghematan biaya rekening per tahun pelanggan PLN 5500 VA	LT.1 33
Tabel 3.34	PBP instalasi PLTS Atap pelanggan PLN 1300 VA	LT.1 34
Tabel 3.35	PBP instalasi PLTS Atap pelanggan PLN 2200 VA	LT.1 35
Tabel 3.36	PBP instalasi PLTS Atap pelanggan PLN 3300 VA	LT.1 36
Tabel 3.37	PBP instalasi PLTS Atap pelanggan PLN 4400 VA	LT.1 37
Tabel 3.38	PBP instalasi PLTS Atap pelanggan PLN 5500 VA	LT.1 38

LAMPIRAN TABEL 2

Tabel 3.38	Biaya rekening per tahun per wilayah pelanggan PLN 1300 VA	LT.2 1
Tabel 3.39	Biaya rekening per tahun per wilayah pelanggan PLN 2200 VA	LT.2 2

Tabel 3.40	Biaya rekening per tahun per wilayah pelanggan PLN 3300 VA	LT.2 3
Tabel 3.41	Biaya rekening per tahun per wilayah pelanggan PLN 4400 VA	LT.2 4
Tabel 3.42	Biaya rekening per tahun per wilayah pelanggan PLN 5500 VA	LT.2 5
Tabel 3.43	Penghematan biaya rekening per tahun per wilayah pelanggan PLN 1300 VA.	LT.2 6
Tabel 3.44	Penghematan biaya rekening per tahun per wilayah pelanggan PLN 2200 VA.	LT.2 7
Tabel 3.45	Penghematan biaya rekening per tahun per wilayah pelanggan PLN 3300 VA.	LT.2 8
Tabel 3.46	Penghematan biaya rekening per tahun per wilayah pelanggan PLN 4400 VA.	LT.2 9
Tabel 3.47	Penghematan biaya rekening per tahun per wilayah pelanggan PLN 5500 VA.	LT.2 10
Tabel 3.48	PBP instalasi PLTS Atap per wilayah pelanggan PLN 1300 VA.	LT.2 11
Tabel 3.49	PBP instalasi PLTS Atap per wilayah pelanggan PLN 2200 VA.	LT.2 12
Tabel 3.50	PBP instalasi PLTS Atap per wilayah pelanggan PLN 3300 VA.	LT.2 13
Tabel 3.51	PBP instalasi PLTS Atap per wilayah pelanggan PLN 4400 VA.	LT.2 14
Tabel 3.52	PBP instalasi PLTS Atap per wilayah pelanggan PLN 5500 VA.	LT.2 15

LAMPIRAN GRAFIK PER PROVINSI

Grafik 3.1	Biaya rekening per tahun pelanggan PLN 1300 VA	LG 1
Grafik 3.2	Biaya rekening per tahun pelanggan PLN 2200 VA	LG 2

Grafik 3.3	Biaya rekening per tahun pelanggan PLN 3300 VA	LG 3
Grafik 3.4	Biaya rekening per tahun pelanggan PLN 4400 VA	LG 4
Grafik 3.5	Biaya rekening per tahun pelanggan PLN 4400 VA	LG 5
Grafik 3.6	Penghematan biaya rekening per tahun pelanggan PLN 1300 VA	LG 6
Grafik 3.7	Penghematan biaya rekening per tahun pelanggan PLN 2200 VA	LG 7
Grafik 3.8	enghematan biaya rekening per tahun pelanggan PLN 3300 VA	LG 8
Grafik 3.9	enghematan biaya rekening per tahun pelanggan PLN 4400 VA	LG 9
Grafik 3.10	enghematan biaya rekening per tahun pelanggan PLN 5500 VA	LG 10
Grafik 3.11	PBP instalasi PLTS Atap pelanggan PLN 1300 VA	LG 11
Grafik 3.12	PBP instalasi PLTS Atap pelanggan PLN 2200 VA	LG 12
Grafik 3.13	PBP instalasi PLTS Atap pelanggan PLN 3300 VA	LG 13
Grafik 3.14	PBP instalasi PLTS Atap pelanggan PLN 4400 VA	LG 14
Grafik 3.15	PBP instalasi PLTS Atap pelanggan PLN 5500 VA	LG 15

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Kepanjangan	Pertama di Halaman
PT. PLN	Perseroan Terbatas Perusahaan Listrik Negara	1
PLTS	Pembangkit Listrik Tenaga Surya	1
MTOE	Mega Ton Oil Equivalent	1
KWH/m ²	Kilo Watt Hour per meter persegi	1
GW	Giga Watt	1
V	Voltage	8
A	Ampere	8
MVA	Mega Volt Ampere	2
Wp	Watt Peak	6
TDL	Tarif Dasar Listrik	2
BPP	Biaya Pokok Pembiayaan	2
IMB	Ijin Mendirikan bangunan	1
ESDM	Energi Sumber daya Miniral	1
KESDM	Kementerian Energi Sumber daya Mineral	7
UU	Undang Undang	1
PP	Peraturan Pemerintah	1
PERPRES	Peraturan Presiden	1
PERMEN	Peraturan Menteri	1
PERDA	Peraturan Daerah	80
RUEN	Rencana Umum Energi Nasional	1

KEN	Kebijakan Energi Nasional	1
PBP	Pay Back Period	3
PUIL 2011	Pedoman Umum Instalasi Listrik tahun 2011	15
s/d	Sampai Dengan	1
DC	Direct Current	6
PV	Photo Voltaic	7

BAB 1

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara tropis, terletak di garis khatulistiwa, memiliki potensi energi matahari yang melimpah. Sebagian besar wilayah Indonesia mendapatkan intensitas radiasi matahari rata-rata 4 kWh/m²/hari.[1]

Undang-undang (UU) nomor 30 tahun 2007 tentang Energi, Peraturan Pemerintah (PP) nomor 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) dan Peraturan Presiden (PERPRES) nomor 22 tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) mengamanatkan penggunaan energi terbarukan adalah suatu keharusan, dengan target bauran energi terbarukan tahun 2025 sebesar 23% (92,2 MTOE), untuk Listrik 69,2 MTOE (setara dengan 45,2 GW), khusus PLTS ditargetkan 6,5 GW. [2]. Untuk mencapai target tersebut PLTS Atap dapat berkontribusi sebesar 3,2 GW (setara dengan 1,6 juta pengguna PLTS Atap @ 2 kWp). [3] dan target pemanfaatan PLTS 6,5 GW baru tercapai 1,5 MW.[4]. Dan di dalam RUEN telah memberikan kewajiban pemanfaatan minimum 30% dari luas atap gedung pemerintah dan 25% dari luas atap rumah mewah, apartemen melalui Ijin Mendirikan Bangunan (IMB). [2]

PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 tentang pemasangan PLTS Atap kontra produktif terhadap minat masyarakat dan pengembang perumahan untuk mengaplikasikan PLTS Atap karena adanya batasan kapasitas, batasan ekspor/impor energi ke Grid PLN dan penghapusan (reset) per 3 (tiga) bulan terhadap kelebihan ekspor.[5]

Data PLN menunjukkan jumlah pelanggan R-1 sebanyak 61.319.336 pelanggan dengan daya sebesar 52.281,58 MVA (42,85%) dan R-2 sebanyak 1.003.177 pelanggan dengan daya sebesar 4.134,42 MVA (3,39%) . dari total daya tersambung 122.017,63 MVA [6] dan jumlah pelanggan PLTS Atap di Indonesia s/d tahun 2018 baru tercapai 624 pelanggan . [7]

Dengan kondisi tersebut perlu adanya penelitian untuk melihat permasalahan dan gambaran solusi yang dapat diaplikasikan untuk bahan pertimbangan pemerintah bersama PT. PLN (Persero) dalam menentukan kebijakan dan menyusun regulasi mengenai PLTS Atap dengan skenario ekspor/impor yang memberikan ketertarikan kepada masyarakat untuk mengaplikasikan PLTS Atap serta memberikan pemahaman kepada masyarakat, fabrikon/kontraktor PLTS Atap dan pengembang properti bahkan dunia perbankan mengenai permasalahan dan gambaran solusi skenario ekspor/impor PLTS Atap namun tetap bermanfaat bagi program pemerintah dan tidak merugikan bisnis bagi PT. PLN (persero).

1.2 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian tesis ini adalah sebatas Simulasi Potensi Aplikasi PLTS Atap untuk pelanggan PLN dengan sambungan Tipe R-1 dan R-2 On Grid dengan jaringan PLN dengan skenario ekspor/impor.

Besaran nilai yang akan menjadi parameter pembahasan dan tujuan penelitian, adalah sebagai berikut :

1. Biaya rekening per tahun dengan PLTS Atap dan tanpa PLTS Atap.
2. Penghematan biaya rekening listrik per tahun dengan PLTS Atap.
3. Periode pengembalian biaya (Pay Back Period-PBP) instalasi PLTS Atap.

Simulasi aplikasi PLTS Atap akan membagi dalam 5 skenario ekspor/impor, sebagai berikut :

1. Skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 (65% ekspor x TDL PLN).

2. Skenario 85% ekspor x TDL PLN
3. Skenario 100% Ekspor x TDL PLN
4. Skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017, dimana harga pembelian energi listrik, sebagai berikut :
 - a. BPP setempat < BPP Nasional, harga 100% ekspor x BPP setempat
 - b. BPP setempat > BPP Nasional, harga 85% x BPP setempat
5. Skenario 100% Ekspor x BPP Setempat

Penelitian juga akan melakukan simulasi terhadap pengaruh konsep pembayaran rekening minimum untuk mendapatkan mekanisme ekspor/impor yang menarik namun tetap tidak merugikan PLN. Untuk hal tersebut perlu dilakukan simulasi dengan 3 konsep pembayaran rekening minimum (minimum charge), sebagai berikut :

1. Pembayaran rekening minimum 40 jam nyala x daya PLN tersambung x TDL PLN
2. Pembayaran rekening minimum Rp. 0,-
3. Tanpa ada batasan ekspor/impor

Agar ruang lingkup penelitian lebih fokus, untuk itu perlu dibuatkan batasan penelitian tesis, antara lain :

1. Penelitian Tesis tidak membahas detail dan perhitungan teknis mengenai perangkat PLTS Atap dan life time diasumsikan rata-rata 25 tahun berdasarkan brosur teknis yang tercantum dalam penawaran harga oleh vendor.
2. Data perhitungan pembangkitan energi PLTS Atap (energi ekspor) dan konsumsi listrik (energi impor) sebatas perhitungan rata-rata per tahun tidak memperhitungkan fluktuasi harian, mingguan dan bulanan.
3. Data konsumsi listrik PLN dan energi yang dihasilkan PLTS Atap adalah dari hasil perhitungan dan simulasi tidak mengambil data real.

4. Area penelitian adalah seluruh wilayah Provinsi di Indonesia dengan mengambil data – data mengenai besaran potensi pembangkitan daya PLTS Atap, regulasi dan parameter yang melandasi perhitungan akan diambil dari data – data ibu kota Provinsi.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian tesis ini dilakukan dengan tujuan, sebagai berikut :

1. Mencari Biaya rekening per tahun , penghematan Biaya rekening per tahun dan periode pengembalian biaya (Pay Back Period – PBP) yang paling optimal per Provinsi untuk sambungan listrik PLN tipe R-1 dan R-2 dengan aplikasi PLTS Atap.
2. Memberikan gambaran wilayah provinsi yang potensial untuk dikembangkan PLTS Atap.
3. Memberikan masukan bagi fabrikasi PLTS Atap, developer properti dan pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 dalam aplikasi PLTS Atap.
4. Memberikan masukan kepada pemerintah dan PT. PLN (Persero) mengenai skenario ekspor/impor yang menarik bagi pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 dan tidak merugikan bisnis PT. PLN (Persero) atau skenario ekspor/impor yang berkeadilan.

1.4 Perumusan Masalah dan Kerangka Penelitian

Dengan terbitnya PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 yang mengatur pemanfaatan PLTS Atap dibatasi hanya sebesar daya sambungan listrik PLN yang di tentukan dari kapasitas Inverter dan nilai ekspor energi ke KWH meter PLN maksimum 65% dari energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS Atap. Ketentuan aturan tersebut telah menimbulkan pertanyaan,

“Masih menarikah aplikasi PLTS Atap bagi pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 dengan skema PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 ?”

Untuk menjawab Pertanyaan tersebut, perlu dilakukan perhitungan terhadap besaran ekspor/impor antara pelanggan dan PT. PLN serta biaya instalasi PLTS Atap, sehingga akan dapat digunakan untuk melakukan simulasi dan perhitungan untuk menghasilkan 3 parameter, sebagai :

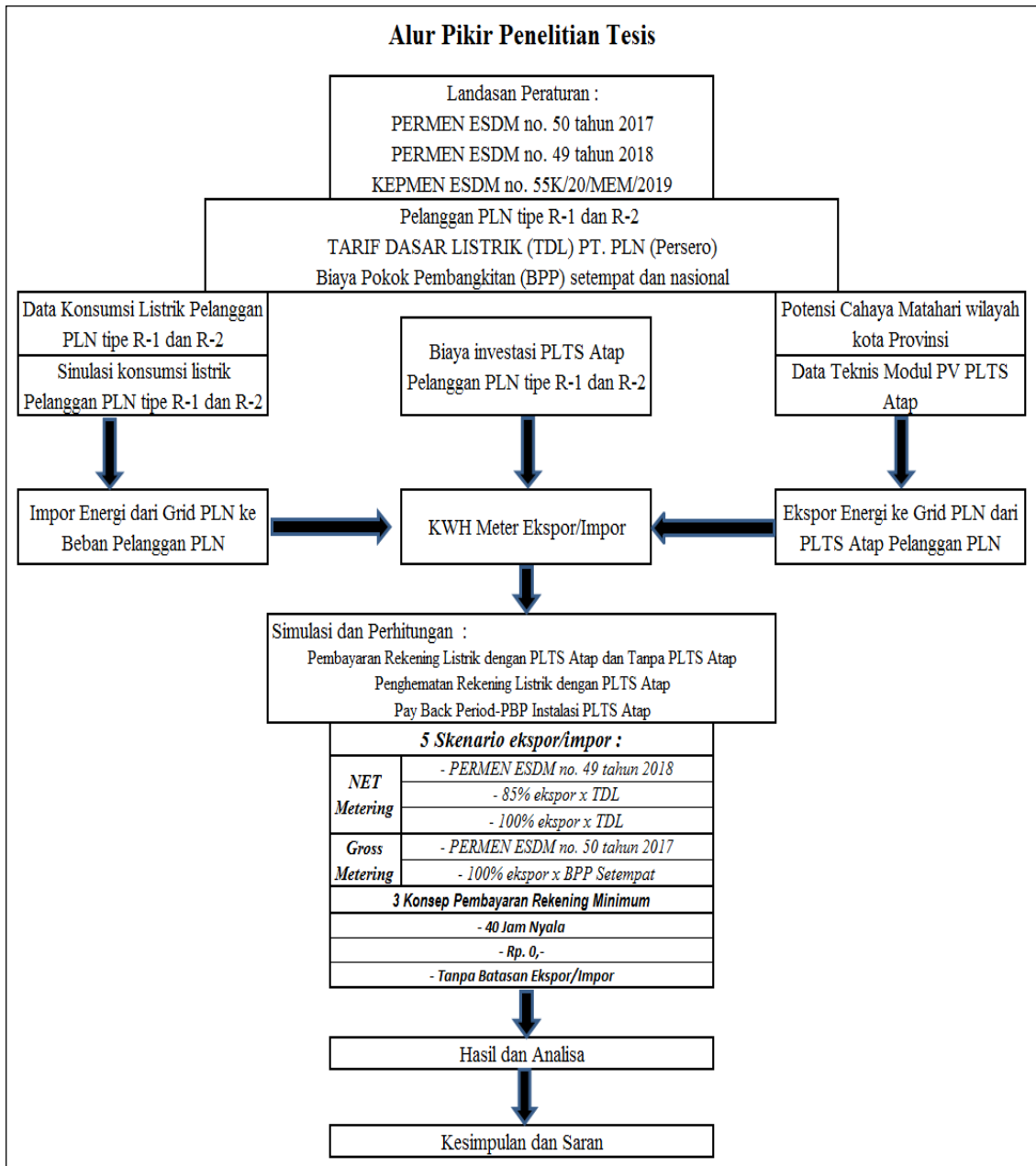
1. Biaya rekening tanpa PLTS Atap dan dengan PLTS Atap per tahun
2. Penghematan biaya rekening dengan aplikasi PLTS Atap per tahun
3. Periode pengembalian biaya (PBP) instalasi PLTS Atap.

Parameter tersebut akan dijadikan bagian dari tujuan penelitian tesis, untuk itu perlu dibuatkan kerangka penelitian dan alur pikir seperti pada gambar 1.1.

Perhitungan ekspor/impor energi dan biaya pengadaan dan pemasangan, memerlukan data – data, sebagai berikut :

1. Potensi energi surya per Provinsi (Wp/m^2 atau kWh/m^2) dan data teknis modul PLTS Atap, digunakan untuk menghitung besaran ekspor energi listrik ke PLN
2. Data konsumsi listrik PLN untuk sambungan R-1 dan R-2 per Provinsi dengan metode simulasi untuk menentukan besaran impor energi listrik dari PLN.
3. TDL, BPP setempat dan BPP nasional untuk perhitungan biaya rekening ekspor/impor.
4. Biaya pengadaan dan pemasangan instalasi PLTS Atap untuk sambungan PLN tipe R-1 dan R-2 per Provinsi untuk menghitung Pay Back Period-PBP.

Besaran biaya energi ekspor, biaya energi impor dan biaya instalasi PLTS Atap digunakan untuk simulasi mengenai Biaya rekening listrik per tahun, penghematan Biaya rekening listrik per tahun dan periode pengembalian biaya (Pay Back Period-PBP) pengadaan dan pemasangan instalasi PLTS Atap.



Gambar 1. 1 Diagram alur pikir penelitian tesis

BAB 2

Tinjauan Pustaka

2.1 Teori Dasar Solar Energi

Radiasi Matahari adalah pancaran energi yang berasal dari proses thermonuklir yang terjadi di Matahari. Energi radiasi matahari berbentuk sinar dan gelombang (wilkipedia). Besarnya radiasi matahari sampai ke bumi tergantung dari jarak matahari terhadap bumi, intensitas radiasi matahari, panjang hari (sun duration) dan pengaruh atmosfer.

Besar nilai rata-rata penyinaran (Irradiance) matahari per tahun disebut solar constant Intensity (Isc) setara $1,367 \text{ W / m}^2 \pm 1\%$ (World Radiation Centre). Isc digunakan untuk menghitung daya listrik yang diproduksi cell photo voltaic (modul PLTS Atap). Isc tiap daerah di Indonesia berbeda - beda tergantung dari solar geometry dan atmosfer. [8] . Data Isc untuk wilayah seluruh Indonesia dapat di akses melalui Geoportal Kementerian Energi Sumber Daya Mineral (KESDM) dengan alamat website : (https://geoportal.esdm.go.id/peng_umum/)

2.2 Solar Energi sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap

Partikel foton cahaya matahari jika menghantam atom semi konduktor (Si) mampu melepas elektron dari struktur atom hingga terjadi kekosongan (hole) bermuatan positif (+) dan bertindak sebagai penerima/acceptor atau (P-type semiconductor). elektron yang lepas bermuatan negatif (-) bergerak bebas di daerah pita konduksi sebagai pendonor atau (N-type semiconductor).

P-type dan N-type semiconductor saling menolak dan terjadi polarisasi dan jika disambungkan dengan bahan bersifat konduktor akan menghasilkan arus listrik searah (Direct Current - DC). [9]

Hubungan I dan V tampak pada gambar 2.1. Area B adalah daya maksimum (P_{maks}), arus hubung singkat (Short circuit) I_{SC} didapat dari mengukur pada saat kondisi rangkaian terhubung sehingga tegangan (V) = 0. Tegangan open circuit (V_{OC}) didapat pada saat kondisi rangkaian terbuka sehingga Arus (I) = 0

Area A adalah titik maksimum daya (Maximum Power Point – P_{mpp}), yang terjadi pada kondisi titik arus maksimum I_{mpp} dan titik tegangan maksimum V_{mpp} . Persamaan untuk kedua kondisi daya tersebut, terlihat seperti dibawah ini :

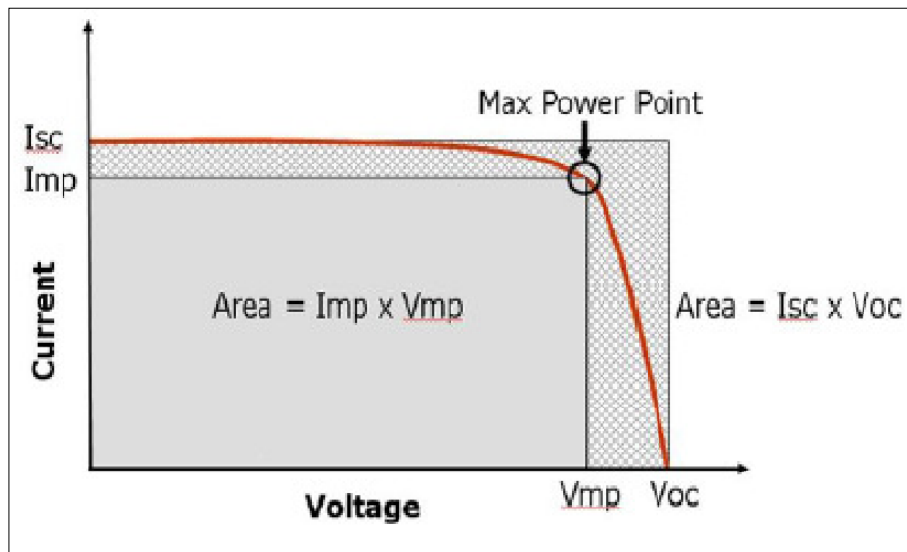
$$P_{maks0} = I_{SC} \times V_{OC} \rightarrow Luas \cdot (B) \quad \text{dan} \quad P_{mpp} = I_{mpp} \times V_{mpp} \rightarrow Luas \cdot (A)$$

Karakteristik cell PV ditentukan oleh Fill Factor dan Efisiensi Konversi, dimana Fill Factor adalah luas A dibagi luas B

$$FF = \frac{I_{mpp} \times V_{mpp}}{I_{SC} \times V_{OC}}$$

Sedangkan efisiensi konversi energi (η) adalah daya output maksimum (P_{mpp} -Watt) dibagi energi cahaya masuk (E_{in} , W/m²) dikali luas sel surya (A , m²).

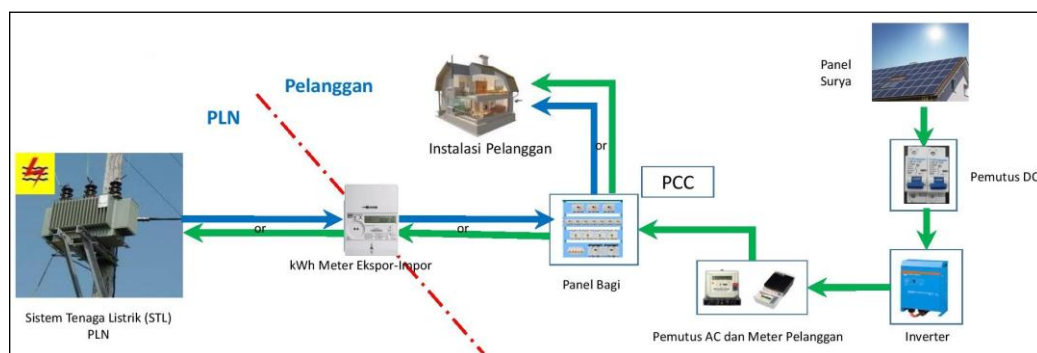
$$\eta = \frac{P_{mpp}}{E_{in}} \times A$$



Gambar 2. 1 Hubungan antara I dan V pada cell Photo Voltaic

Jenis cell PV di pasaran saat ini ada 3, yaitu monocrystalin, polycrystalin dan amorphous dengan karakteristik yang berbeda. Untuk monocrystalin dan polycrystalin efisiensi mencapai 14% s/d 16% bahkan produk tertentu sudah lebih dari 16%..

Gambar 2.2 adalah sistek kerja PLTS Atap On Grid PLN dan tabel 2.1 dan tabel 2.2 adalah spesifikasi teknis dan daftar komponen PLTS Atap .



Gambar 2. 2 Rangkaian PLTS Atap dengan kWh ekspor/import.[10]

Data dan Spesifikasi Teknis Modul PLTS Atap Monocrystalline Photovoltaic Modules							
Deskripsi Data	50 Wp	80Wp	100 Wp	130Wp	200Wp	250Wp	300Wp
A. Data Elektrikal							
1. Peak Power Watt-(WP)	+3%	+3%	+3%	+3%	+3%	+3%	+3%
2. Power Output Tolerance-P (%)	18.40	19.20	18.70	26.00	37.00	48.00	50.59
3. Maximum Power Voltage- Vmp (V)	2.72	4.21	5.36	5.04	5.57	5.27	5.94
4. Maximum Power Current- Imp (A)	22.00	22.20	22.50	32.00	45.00	60.00	69.04
5. Open Circuit Voltage- Voc (V)	2.93	4.99	5.78	5.43	5.93	5.68	5.83
6. Short Circuit Current- Isc (A)	>14%	>15%	>15%	>15%	>16%	>16%	>16%
7. Module Efficiency (%)							
<i>Keterangan : Values at standard Test Conditions STC (AirMass AM 1.5, Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C)</i>							
B. Data Frame, Glass & Junction Box							
	General Data				Temperatur Rating		
Glass	High Transmission, Low Iron, Tempered Glass 3.2 mm				Nominal Operating Cell Temp. 47°C (±2°C)		
Frame	Anodized Aluminum, 10 Draining Holes in Frame				Temperature Coefficient of P - 0.46%/°C		
	10 Draining Holes in Frame				Temperature Coefficient of V - 0.35%/°C		
Junction Box	TUV Certified, MC4 Connector				Temperature Coefficient of I 0.03%/°C		

Tabel 2. 1 Spesifikasi teknis modul PV tipe monocrystalline

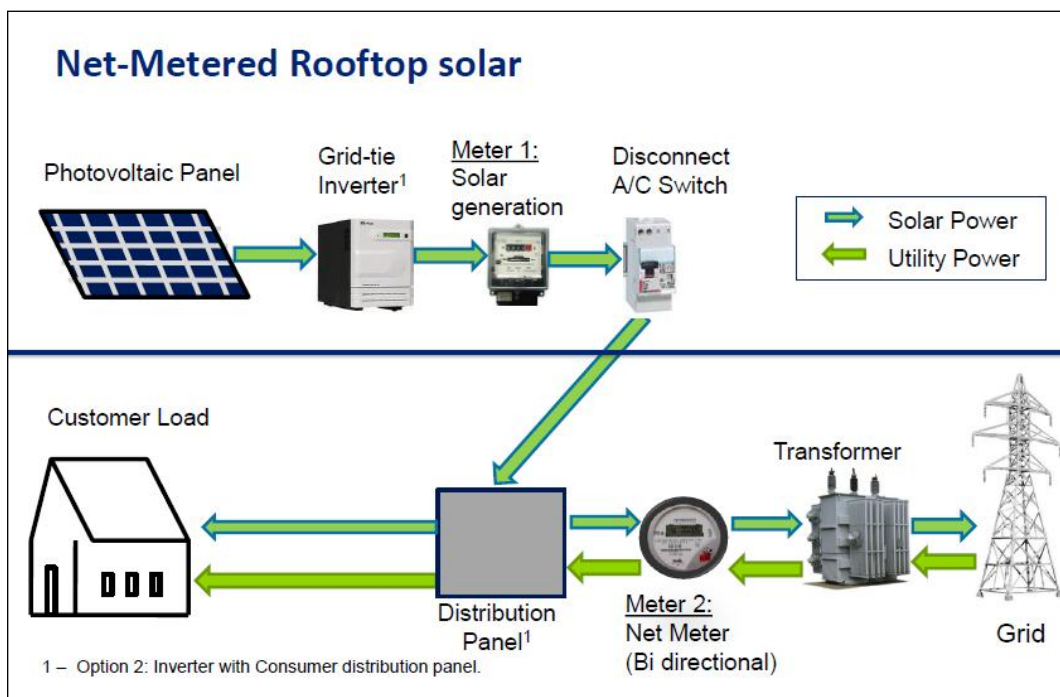
Daftar Komponen PLTS Atap Kapasitas 1000 Wp sd 5000 Wp				
Uraian	Type	Sepesifikasi	Qty	Unit
A.PERALATAN ELEKTRIKAL				
1. Solar Panel	Mono/Poly Cristaline	250 Wp	Set	1
2. Inverter	GTI	Up to 1.5 kw	set	1
3. Panel Junction Box	ABS	IP 65 (Outdoor Type)	set	1
4. DC Disconnect		IP 65 (Outdoor Type)	set	1
5. Panel Interkoneksi	ABS	IP 65 (Outdoor Type)	set	1
6. Kabel dan aksesoris, al :				
- PV to Combiner	NYYHY	2x4mm ²	m	10
- Combiner to Panel Control	NYYHY	2x4mm ²	m	10
- Panel Control to Load	Twisted	2x35 mm ²	m	16
- kWh Exim to Panel Control	Twisted	2x35 mm ²	m	2
- Cable ducting/Pipa	Plastik	2.5 inch	m	10
- Skun,paku dan isolasi			set	1
B. Konstruksi				
- Solar Mounting	Roof top	Besi HDG	set	1

Tabel 2. 2 Daftar komponen dan peralatan PLTS Atap

2.3 Sistem kWh Meter Ekspor/Impor

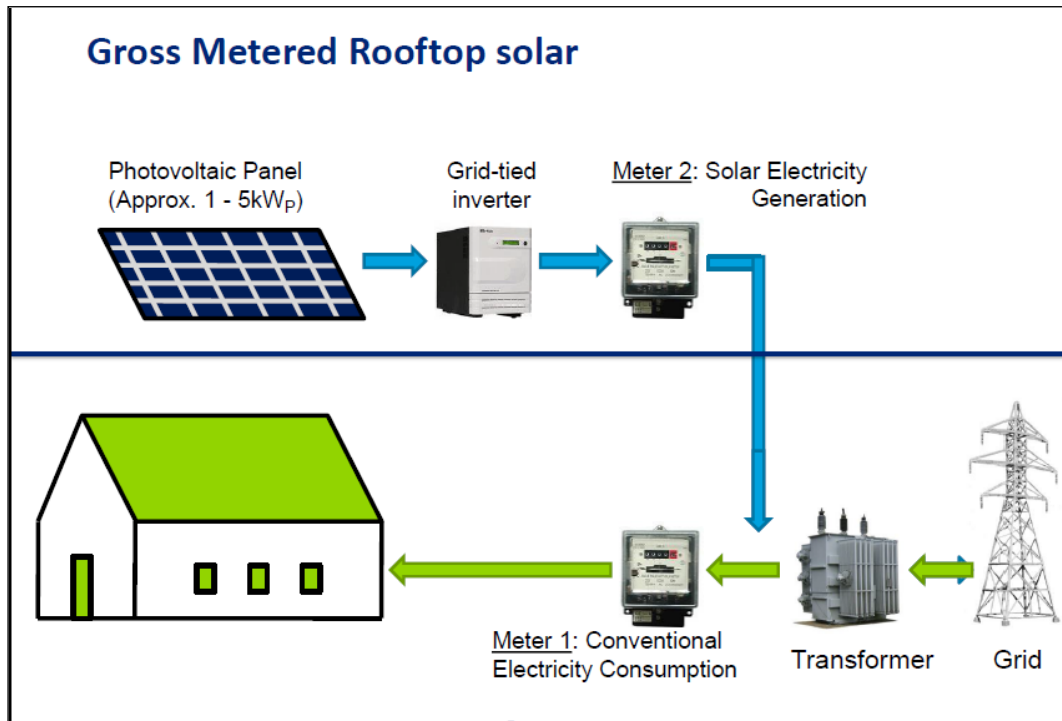
Ada 3 (tiga) jenis sistem kWh meter ekspor/Impor, antara lain : (sumber : <http://www.proteustechologies.co>).

1. Net Metering yaitu energi dari PLTS Atap digunakan untuk kebutuhan konsumsi dan jika ada kelebihan akan di ekspor ke grid PLN dan Jika terjadi defisit maka akan mengimpor daya dari grid PLN. kWh meter sistem Net Metering hanya akan mencatat besarnya selisih ekspor/impor dan akan menjadi dasar perhitungan biaya listrik bulanan. Sistem ini digunakan PT. PLN dan diagram sistem Net Metering seperti tampak pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Diagram kWh meter ekspor/impor Net Metering. [11]

2. Gross Metering jika daya listrik yang dihasilkan oleh PLTS Atap diekspor seluruhnya ke grid PLN dan dicatat di metering ekspor sedangkan kebutuhan listrik untuk konsumsi di impor seluruhnya dari grid PLN dan di catat di metering Impor, tampak pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Diagram kWh meter ekspor/impor Gross Metering [11]

Dengan sistem gross metering transaksi penjualan energi listrik ke PLN dan tagihan pemakaian listrik dari PLN proses jual dan beli energi listrik benar – benar terpisah

3. Fit in Tarif adalah tarif yang dibayarkan kepada pengembang PLTS tersentral untuk menghasilkan dan menjual daya listrik ke PLN melalui jaringan yang telah ditentukan dan disepakati bersama. Selanjutnya daya listrik yang masuk ke jaringan PLN didistribusikan ke pelanggan PLN yang lainnya.

2.4 Regulasi Pemanfaatan PLTS Atap

Selain UU nomor 30 tahun 2007 tentang Energi dan PP nomor 79 tahun 2009 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN), Regulasi dan peraturan turunan yang mendasari dari tesis ini, antara lain :

1. PERPRES nomor 22 tahun 2017 tentang RUEN dimana dalam lampirannya tertulis hal-hal sebagai berikut :
 - a. Pengembangan PLTS diproyeksikan sebesar 6,5 GW pada tahun 2025 dan 45 GW pada tahun 2050 atau 22% dari potensi surya sebesar 207,9 GW.
 - b. Untuk mencapai sasaran pengembangan PLTS, kegiatan yang dilakukan, antara lain :
 - i. Memberlakukan kewajiban pemanfaatan sel surya minimum sebesar 30% dari luas atap untuk seluruh bangunan Pemerintah.
 - ii. Memberlakukan kewajiban pemanfaatan sel surya minimum sebesar 25% dari luas atap bangunan rumah mewah, kompleks perumahan, apartemen melalui Izin Mendirikan Bangunan (IMB).
 - iii. Memfasilitasi pendirian industri hulu hilir PLTS
2. PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Baru Terbarukan (EBT) untuk Penyediaan Tenaga Listrik. Dalam peraturan ini jual beli energi listrik PLTS ditetapkan sebagai berikut :
 - a. Jika BPP setempat < BPP nasional maka pembelian oleh PLN sebesar 100% BPP setempat.
 - b. Jika BPP setempat > BPP Nasional maka Pembelian Energi listrik oleh PLN ditetapkan 85% dari BPP setempat.
3. Keputusan Menteri ESDM no. 55 tahun 2019 tentang ketentuan BPP setempat dan BPP nasional PT. PLN tahun 2018. Dalam peraturan ini memuat mengenai BPP daerah di Indonesia yang berlaku sejak tanggal 1

April 2019 s/d 31 Maret 2020 dengan asumsi 1 USD sama dengan Rp. 14.246,-..

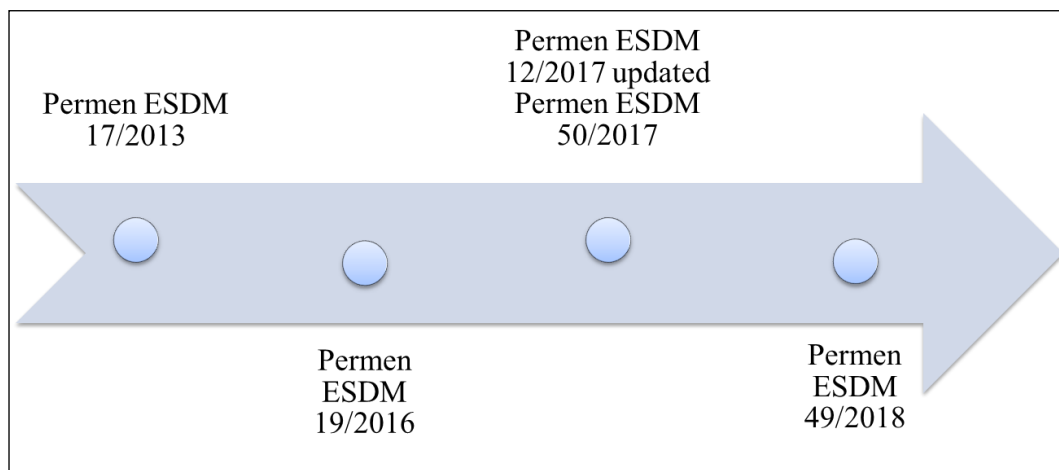
4. PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 tentang Penggunaan Sistem PLTS Atap oleh konsumen PT. PLN (Persero). PERMEN tersebut juga memuat batasan dalam aplikasi PLTS Atap, antara lain :
 - a. Kapasitas sistem PLTS Atap dibatasi paling tinggi 100% (seratus persen) dari daya tersambung konsumen PT PLN (Persero), ditentukan dengan kapasitas total inverter.
 - b. Energi listrik PLTS Atap yang diekspor dihitung berdasarkan nilai kWh ekspor yang tercatat pada meter kWh ekspor/impor dikali 65% (enam puluh lima persen).
 - c. Apabila jumlah energi listrik yang diekspor lebih besar dari jumlah energi listrik yang diimpor pada bulan berjalan, selisih lebih akan diakumulasikan dan diperhitungkan sebagai pengurang tagihan listrik bulan berikutnya, dan paling lama 3 (tiga) bulan berturut-turut selanjutnya akan di buat nihil atau di nol kan (Re Set).
 - d. PLTS Atap tidak dikenai biaya kapasitas (capacity charge) dan biaya pembelian energi listrik darurat (emergency energy charge) .

Menurut beberapa stake holder dari Pemerintah dan PT. PLN mengenai alasan faktor pengali sebesar 65% dari energi yang diekspor ke grid PLN, antara lain :

1. Listrik PLTS Atap sangat intermiten sehingga jaringan listrik PLN berfungsi sebagai penstabil sistem interkoneksi.
2. Pada siang hari produksi PLN berlebih dan biaya produksi relatif murah dibanding malam hari namun PLN masih harus menerima listrik dari PLTS Atap, sedangkan malam hari biaya produksi listrik PLN lebih mahal dibanding siang hari namun PLN tetap harus menyalurkan listrik ke pelanggan, untuk selisih tersebut perlu ada normalisasi factor yaitu setara dengan 65% dari listrik yang di ekspor ke jaringan PLN.

- Perspektif yang lain biaya pembangkitan PLN sebelum ditambah biaya transmisi dan distribusi adalah 0,65 jadi 0,35 adalah jasa simpan ke PLN untuk mengcover biaya penyediaan jaringan termasuk susut.

Roadmap mengenai kebijakan pengembangan PLTS di Indonesia, telah mengalami berbagai perubahan, seperti terlihat pada gambar 2.5 berikut ini [12].



Gambar 2. 5 Roadmap kebijakan PLTS Atap di Indonesia s/d 2018

2.5 Studi Kelayakan Ekonomi

Untuk mengetahui kelayakan ekonomi pemasangan instalasi PLTS Atap, dengan cara membuat 3 (tiga) Parameter perhitungan dan analisa, sebagai berikut :

- Biaya rekening per tahun
- Penghematan Biaya rekening per tahun
- Pengembalian biaya instalasi PLTS Atap (Pay back Period-PBP)

Biaya rekening per tahun dapat dihitung dengan mensimulasi pola pemakaian beban listrik untuk semua peralatan dari pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 yang menggunakan daya listrik sehingga didapatkan energi konsumsi dari pelanggan PLN R-1 dan R-2. Adapun rumus perhitungan energi konsumsi listrik, sebagai berikut :

$$E_k = \sum_a^z (P \times t \times D_f \times U_f)$$

Dimana,

E_k Energi konsumsi masing-masing peralatan (kWH)

P Daya Listrik masing-masing peralatan (kW)

t Durasi pemakaian peralatan dalam 1 hari (Jam)

D_f Demand Factor Peralatan (standard PUIL PLN nilai 0 s/d 1)

U_f Utility factor dari masing-masing ruangan (nilai 0 sd 100%)

Perhitungan biaya rekening per bulan didapat dari Energi konsumsi listrik pelanggan per bulan dikalikan TDL PLN.

$$PBRL = E_k \times TDL$$

Dimana,

E_k Energi konsumsi masing-masing peralatan (kWH)

$PBRL$ Biaya rekening (IDR)

TDL Tarif Dasar Listrik (IDR)

Perhitungan dan simulasi biaya rekening dilakukan tanpa PLTS Atap dan dengan aplikasi PLTS Atap untuk kapasitas sambungan daya listrik yang sama.

Penghematan biaya rekening per tahun dihitung dari selisih biaya rekening per tahun tanpa PLTS Atap dikurangi dengan biaya rekening per tahun setelah aplikasi PLTS Atap. Perhitungan dilakukan untuk tipe pelanggan PLN yang sama.

Pengembalian biaya instalasi PLTS Atap (Pay Back Periode-PBP) adalah sebuah parameter yang menghitung seberapa cepat waktu yang diperlukan untuk mengembalikan suatu investasi, dalam satuan tahun, bulan dan hari. [13]

Dalam hubungan dengan PLTS Atap PBP dihitung dari perbandingan Biaya Investasi (instalasi PLTS Atap termasuk biaya SLF dan pengadaan metering KWH ekspor/impor) terhadap Biaya Penghematan Listrik Per tahun,

$$\textit{Pay Back Period (PBP)} = \frac{\textit{Biaya Investasi}}{\textit{Penghematan biaya per tahun}}$$

PBP untuk aplikasi PLTS Atap dianggap menarik bagi pelanggan PLN apabila mencapai kurang dari 8 (delapan) tahun. [12]

BAB 3

Metodologi Penelitian

Dalam penulisan tesis ini akan melakukan simulasi potensi aplikasi PLTS Atap pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 dengan skenario ekspor/impor, untuk itu diperlukan data – data dan tata cara perhitungan untuk mencari besaran energi listrik yang dapat dibangkitkan oleh PLTS Atap dan estimasi konsumsi biaya listrik pelanggan PLN di wilayah atau daerah tertentu, sehingga dapat diketahui seberapa besar selisih ekspor/impor energi listrik dari sumber PLTS Atap dengan sumber listrik dari PLN.

Data - data tersebut akan dijadikan dasar perhitungan dan pengolahan data berdasarkan regulasi, teori dan studi pustaka dengan menggunakan alat bantu microsoft excel untuk memudahkan dalam proses perhitungan dan simulasi serta mudah dipahami dengan tampilan berupa tabel dan grafik. Hasil perhitungan dan simulasi data tersebut akan dianalisa untuk dapat memberikan kesimpulan dan saran.

3.1 Prosedur Penelitian dan Parameter Pengamatan

Dalam penulisan tesis ini akan melakukan prosedur penelitian, sebagai berikut :

1. Pengumpulan dan validasi data dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :
 - a. Data untuk perhitungan produksi energi listrik berbasis PLTS Atap (jumlah energi yang diekspor ke grid PLN)

- b. Data untuk perhitungan konsumsi energi listrik untuk keperluan rumah tangga (jumlah energi yang diimpor dari grid PLN)
 - c. Data untuk perhitungan biaya instalasi PLTS Atap .
2. Pengolahan dan Perhitungan Data dengan simulasi perangkat hitung Microsoft Excel
 - a. Analisa dan hasil simulasi data
 - b. Memberikan kesimpulan dan saran

Adapun parameter pengamatan akan menyajikan perbandingan hasil perhitungan dalam bentuk simulasi tabel dan grafik, antara lain :

1. Biaya rekening per tahun sebelum dipasang PLTS Atap dan setelah dipasang PLTS Atap
2. Penghematan biaya rekening per tahun setelah dipasang PLTS Atap
3. PBP adalah periode pengembalian biaya instalasi PLTS Atap dengan satuan tahun.

Masing – masing tabel dan grafik diatas akan ditampilkan dengan 3 (tiga) konsep pembayaran rekening minimum, yaitu :

1. Pembayaran rekening minimum 40 jam nyala
2. Pembayaran rekening minimum Rp. 0,-
3. Pembayaran rekening minimum tanpa batasan ekspor/impor

3.2 Tempat dan Waktu

Tempat penelitian adalah wilayah Provinsi di seluruh Indonesia dengan mengambil sampel data di ibu kota Provinsi, dengan asumsi pelanggan PLN untuk sambungan tipe R-1 dan R-2 paling banyak dan dapat mewakili kota-kota kabupaten di wilayah Provinsi tersebut.

Waktu penelitian akan dilakukan selama 6 (enam) bulan dengan kondisi semua peraturan dan parameter yang berhubungan PLTS Atap tidak mengalami perubahan.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini melalui sumber resmi, antara lain :

1. Situs website resmi pemerintah misalnya data potensi energi matahari dari website geoportal.esdm.go.id yang diluncurkan oleh KESDM.
2. Ketetapan perundang-undangan misalnya TDL, BPP setempat, faktor pengali dan lain-lain yang tercantum dalam peraturan dan keputusan pemerintah.
3. Menggabungkan data – data lama yang dikeluarkan oleh pemerintah, hasil statistik dan lainnya dan dipadukan dengan simulasi teknis misalnya konsumsi listrik bulanan hasil simulasi dengan data konsumsi listrik bulanan masing-masing wilayah Provinsi.

Adapun kelompok data yang harus dilengkapi, adalah sebagai berikut :

1. Data untuk perhitungan nilai ekspor energi listrik ke PLN (produksi energi listrik PLTS Atap).
2. Data untuk perhitungan biaya impor energi listrik dari PLN (data konsumsi energi listrik pelanggan PLN R-1 dan R-2)
3. Data biaya instalasi PLTS Atap pelanggan PLN R-1 dan R-2.

3.3.1 Data Untuk Perhitungan Nilai Ekspor Energi Listrik ke PLN (Produksi Energi Listrik PLTS Atap)

Perhitungan produksi energi listrik PLTS Atap, diperlukan data – data sebagai berikut

1. Potensi energi surya di wilayah/kota, diambil dari sumber Geoportal ESDM one map yang diluncurkan oleh KESDM pada tahun 2018 dengan alamat website : (https://geoportal.esdm.go.id/peng_umum/)
2. Data atau spesifikasi teknis sel Photo Voltaic (Cell PV) yang dipasarkan di Indonesia dan telah memiliki Standar Nasional Indonesia (SNI).
3. Data TDL dan BPP setempat berdasarkan keputusan menteri ESDM yang masih berlaku.

Hasil dari pengumpulan data dapat dilihat di lampiran tabel 3.1 yaitu data mengenai potensi energi matahari di wilayah Provinsi Indonesia, tabel 3.2 data mengenai BPP setempat dan BPP nasional, TDL dan Pajak Penerangan jalan (PPJ) tiap daerah.

3.3.2 Data untuk Perhitungan Biaya Impor Energi Listrik dari PLN

Untuk perhitungan biaya impor diperlukan data- data, sebagai berikut :

1. Data konsumsi energi listrik sambungan PLN tipe R-1 dan R-2,
2. Tarif dasar Listrik (TDL) yang masih berlaku
3. Pajak Penerangan Jalan (PPJ) masing-masing wilayah Provinsi

Data konsumsi energi listrik pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 didapat dengan membuat simulasi konsumsi listrik oleh peralatan yang terpasang pada tiap-tiap ruangan pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2.

Untuk menghitung besarnya energi konsumsi masing-masing peralatan menggunakan pendekatan rumus sebagai berikut :

$$E_k = \sum_a^z (PxtxD_f xU_f)$$

Dimana,

E_k Energi konsumsi masing-masing peralatan (KWH)

P Daya Listrik masing-masing peralatan (KW)

t Durasi pemakaian peralatan dalam 1 hari (Jam)

D_f Demand Factor Peralatan (standard PUIL nilainya 0 sd 1)

U_f Utility factor dari masing-masing ruangan (nilai 0 sd 100%)

Hasil dari simulasi pola konsumsi listrik pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 dapat dilihat dalam lampiran tabel 3.3 s/d tabel 3.7

Untuk mendapatkan estimasi konsumsi energi listrik pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 per Provinsi dilakukan dengan pendekatan data eksisting yang dikeluarkan PLN pada saat dengar pendapat dengan DPR dalam rangka perhitungan insentif dan disinsentif pada tahun 2010[14]. Selanjutnya data tersebut dimodifikasi bersama dengan hasil simulasi profil beban yang diasumsikan sebagai konsumsi rata-rata nasional untuk selanjutnya dikalikan dengan prosentase masing-masing wilayah yang telah dihitung berdasarkan data dari PLN tersebut dan didapatkan estimasi konsumsi energi listrik PLN sambungan R-1 dan R-2 pada saat ini. Data tersebut dapat dilihat pada lampiran Tabel 3.8 sd 3.12

Data TDL yang masih berlaku s/d tahun 2019 berdasarkan keputusan menteri ESDM no. 41 tahun 2017 tentang Tarif dasar Listrik PT. PLN (Persero) terlihat pada lampiran tabel 3. 2

Data Pajak Penerangan Jalan (PPJ), masing-masing daerah berbeda – beda dan ditetapkan melalui Peraturan Daerah dengan menggunakan dasar Undang Undang RI Nomor 28 tahun 2009 tentang pajak daerah dan retribusi daerah dengan nilai maksimum PPJ 10% dari biaya rekening bulanan pelanggan PLN. Data PPJ tiap daerah dapat dilihat pada lampiran tabel 3.2

3.3.3 Data Biaya Instalasi PLTS Atap

Data biaya instalasi PLTS Atap diambil dari vendor yang beroperasi resmi di Indonesia dan memiliki SNI.

Data biaya instalasi meliputi komponen, antara lain :

1. Modul solar PV
2. Inverter dan peralatan kontrol
3. Instalasi pengkabelan, support, mounting dan aksesorienesnya
4. Transportasi, pemasangan , SLF dan pengurusan kWh EXIM ke PLN

Data biaya instalasi PLTS Atap dapat dilihat pada lampiran tabel 3.13

3.4 Perhitungan dan Pengolahan Data

Hasil pengumpulan data dari tabel 3.1 s/d tabel 3.13 selanjutnya dilakukan proses pengolahan dan perhitungan dengan microsoft excel untuk mengetahui besarnya Biaya rekening per tahun , penghematan Biaya rekening per tahun dan PBP pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 yang mengaplikasikan PLTS Atap.

Proses perhitungan dilakukan untuk masing-masing kapasitas daya sambungan pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 (1300 VA s/d 5500 VA) dan membuat simulasi perhitungan dengan 5 (lima) skenario ekspor/impor dan 3 (tiga) konsep pembayaran rekening minimum.

Adapun 5 skenario ekspor/impor yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 yaitu energi dari PLTS Atap dihitung sebesar 65% dikalikan TDL (Business as Usual - BaU)
2. Skenario 85% hasil produksi PLTS Atap dikalikan dengan TDL (85% ekspor x TDL)
3. Skenario 100% ekspor energi hasil produksi PLTS Atap dikalikan dengan TDL (100% ekspor x TDL)

4. Skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 tentang jual beli listrik berbasis EBT dengan ketentuan pembelian energi listrik menggunakan BPP setempat, sebagai berikut :
 - a. BPP setempat > BPP nasional harga beli listrik 85% dikalikan BPP setempat
 - b. BPP setempat < BPP nasional harga beli listrik 100% dikalikan harga BPP setempat.
5. Skenario 100% ekspor hasil produksi energi PLTS Atap dikalikan dengan harga BPP setempat (100% ekspor x BPP setempat)

Untuk mendapatkan penghematan biaya rekening dan PBP yang menarik pelanggan PLN untuk aplikasi PLTS Atap, perlu diteliti mengenai pengaruh pembayaran rekening minimum. Dalam penelitian akan dilakukan perhitungan dan simulasi terhadap 3 konsep pembayaran rekening minimum, sebagai berikut :

1. Konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala (diterapkan PLN – BaU condition).
2. Konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,-
3. Konsep tanpa batasan ekspor/impor (berapapun selisih ekspor dari energi hasil produksi PLTS Atap akan dibeli oleh PLN dan tanpa dibatasi waktu).

3.4.1 Perhitungan Energi Ekspor ke Grid PLN (Energi Hasil PLTS Atap)

Untuk menghitung energi ekspor dari PLTS Atap dilakukan perhitungan dengan menggunakan data potensi energi matahari (I_{sc}) masing-masing wilayah, spesifikasi teknis modul PLTS Atap dan durasi cahaya matahari. Rumus perhitungan adalah sebagai berikut :

$$E_{PLTS} = I_{SC} \times \eta_{PV} \times A_{PLTS} \times \eta_{inv} \times T_{mth}$$

Dimana,

E_{PLTS}	Energi yang dihasilkan oleh modul PLTS (KWH)
I_{SC}	Potensi daya listrik dari cahaya matahari (Wp/m ²)

η_{PV}	Efisiensi modul photo Voltaic $\pm 16\%$
A_{PLTS}	Luas modul PLTS
η_{inv}	Efisiensi Inverter $\pm 95\%$
T_{mth}	Durasi cahaya matahari dalam 1 hari (Jam)

Hasil perhitungan energi yang dihasilkan oleh modul PLTS untuk masing-masing kapasitas daya pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 di setiap wilayah Provinsi tampak pada tabel 3.14 s/d tabel 3. 18.

Perhitungan biaya energi ekspor adalah perkalian energi dari modul PLTS Atap (kWH) dengan TDL atau BPP setempat tergantung dari skenario ekspor/impor yang diterapkan. Skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018, 85% ekspor x TDL dan 100% ekspor x TDL untuk biaya ekspor dan impor dikali dengan TDL, sehingga skenario ini dapat menggunakan sistem NET Metering. Sedangkan untuk skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat, impor dijual dengan harga TDL dan ekspor dibeli dengan harga BPP setempat, sehingga sistem meter yang sesuai adalah Gross Metering.

Dengan menggunakan data tabel 3.14 s/d tabel 3.18 maka biaya energi ekspor dihitung dengan rumus, sebagai berikut :

1. $Biaya_{Ekspor} = Energi_{Ekspor} \times A\% \times BPP_{Setempat}$
2. $Biaya_{Ekspor} = A\% \times Energi_{Ekspor} \times TDL$

Dimana,

A%	Prosentase ketentuan PERMEN atau skenario ekspor(65%, 85%, 100%)
BPP	Biaya Pokok Pembangkitan
TDL	Tarif Dasar Listrik PT. PLN

3.4.2 Perhitungan Energi Impor (Energi untuk Konsumsi dari Listrik PLN)

Seperti telah dijelaskan pada sub bab 3.3.2 bahwa besarnya energi impor dihitung melalui simulasi konsumsi listrik bulanan dan dipadukan dengan data eksisting konsumsi listrik PLN masing – masing wilayah Provinsi untuk pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 yang dikeluarkan PT. PLN (persero) pada saat dengar pendapat dengan DPR dalam rangka perhitungan insentif dan disinsentif pada tahun 2010. Hasil perhitungan dan simulasi mengenai besarnya energi impor (energi konsumsi per Provinsi) terlihat dalam lampiran tabel 3.8 s/d 3.12

Untuk menghitung biaya impor per bulan (biaya konsumsi listrik PLN per bulan) untuk sambungan PLN tipe R-1 dan R-2 adalah dengan mengalikan hasil estimasi konsumsi energi per Provinsi terhadap TDL PT. PLN (persero).

$$\text{Biaya Impor (Konsumsi Listrik Bulanan)} = \text{Kwh}_{\text{Rata-rata}} \times \text{TDL}$$

Dimana,

TDL Tarif Dasar Listrik

KWH Jumlah energi yang dikonsumsi per bulan dari listrik PLN

3.4.3 Perhitungan Biaya Listrik (Ekspor/Impor) untuk Pelanggan PLN Tipe R-1 dan R-2

Sistem kWH ekspor/impor yang digunakan PT. PLN (Persero) berdasarkan PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 adalah sistem penghitungan NET Metering, dimana selisih antara energi ekspor dan energi impor yang akan menjadi dasar perhitungan pembayaran listrik PLN dan tetap memberlakukan aturan PLN minimum pembayaran adalah 40 jam nyala terhadap kapasitas daya terpasang.

Tujuan dari penelitian ini salah satunya adalah mencari skenario ekspor/impor yang berkeadilan dan menarik pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 maka juga akan dilakukan perhitungan dan simulasi dengan sistem Gross Metering dimana ekspor energi dihitung berdasarkan harga BPP setempat dan impor energi dihitung berdasarkan harga TDL dengan kWH yang terpisah, seperti telah dijelaskan dalam studi pustaka.

Jadi untuk simulasi perhitungan biaya rekening listrik, penghematan biaya rekening dan PBP, akan dilakukan dengan 2 (dua) skenario utama, yaitu :

1. Skenario NET Metering dengan nilai ekspor energi berdasarkan PERMEN ESDM no 49 tahun 2018, 85% ekspor x TDL dan 100% ekspor x TDL. Selisih energi ekspor/impor akan digunakan untuk menghitung pembayaran rekening dengan mengalikan TDL dan PPJ per Provinsi. Contoh simulasi perhitungan biaya listrik dapat dilihat pada tabel 3.19 s/d tabel 3.21.
2. Skenario Gross Metering dengan energi hasil dari modul PLTS Atap yang tercatat dalam kWH ekspor di hitung nilainya berdasarkan PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dimana untuk daerah dengan BPP lebih besar dari BPP nasional dihitung 85% x ekspor sedangkan wilayah Provinsi dengan BPP setempat kurang dari BPP nasional dihitung dengan 100% ekspor x BPP setempat . Contoh simulasi sistem Gross metering seperti terlihat pada tabel 3.22 s/d tabel 3.23

3.4.4 Perhitungan Biaya Pengadaan dan Pembelian PLTS Atap

Untuk membuat Estimasi perhitungan biaya instalasi PLTS Atap dibagi menjadi beberapa komponen, sebagai berikut :

No	Komponen Biaya	Prosentase Biaya (%)
1	Biaya modul PLTS Atap	40%
2	Biaya peralatan kontrol, inverter dn instalasi	35%
3	Biaya jasa pemasangan dan transportasi	20%
4	Biaya SLF dan kWH meter ekspor/impor	5%
	Total	100%

Tabel 3. 1 Prosentase komponen – komponen biaya PLTS Atap

Biaya instalasi PLTS Atap didapatkan dari penawaran harga vendor/supplier yang telah memiliki SNI dan pengalaman melakukan pemasangan PLTS Atap dengan sistem KWH meter ekspor/impor ON GRID PLN. Untuk biaya pemasangan dan

transportasi harga per wilayah tidak bisa disamakan namun ada penyesuaian terhadap faktor jarak dari pulau Jawa dan Bali. Tabel 3.29 s/d tabel 3.33 menunjukkan biaya instalasi PLTS Atap untuk per kapasitas daya listrik pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2.

3.4.5 Perhitungan Keekonomian

Untuk perhitungan dan pengolahan data keekonomian perlu dilakukan terlebih dahulu perhitungan biaya pengadaan dan pemasangan instalasi PLTS atap dan perhitungan penghematan biaya rekening per 1 tahun.

3.4.5.1 Perhitungan Biaya rekening Per Tahun

Dari hasil perhitungan dan simulasi ekspor/impor energi listrik dalam sub bab 3.4.3 dilanjutkan dengan membuat tabulasi perhitungan rekening bulanan dan tahunan untuk pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 . Perhitungan dan simulasi dilakukan tanpa PLTS Atap dan dengan PLTS Atap, dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018, 85% ekspor x TDL dan 100% ekspor x TDL (Net Metering) dan skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2018 dan 100% ekspor x TDL (Gross Metering) dan dikombinasikan dengan 3 konsep pembayaran rekening minimum yaitu Pembayaran rekening minimum 40 jam nyala, Rp.0,- dan tanpa batasan ekspor/impor. Rumus perhitungan dan simulasi biaya rekening per tahun, sebagai berikut :

$$\text{Biaya Rekening 1 Tahun} = 12 \times \text{Biaya Rekening Bulanan}$$

Hasil dari perhitungan dan simulasi biaya rekening bulanan dan tahunan terlihat pada tabel 3.24 s/d tabel 3.28.

3.4.5.2 Perhitungan Penghematan Biaya rekening per tahun

Perhitungan penghematan biaya rekening per tahun dihitung berdasarkan biaya listrik rata-rata dalam 1 tahun tanpa sistem PLTS Atap dikurangi dengan jika menggunakan sistem PLTS Atap.

$$HBL = BL_{\text{tanpa PLTS}} - BL_{\text{dengan PLTS}}$$

Dimana,

HBL = Hemat Biaya Listrik

BL = Biaya Listrik

Perhitungan dilakukan dengan 5 skenario dan 3 konsep pembayaran rekening minimum. Hasil perhitungan dan simulasi penghematan Biaya rekening per tahun terlihat pada tabel 3.29 s/d 3.33

3.4.5.3 Perhitungan Periode Pengembalian Biaya Instalasi PLTS Atap

Perhitungan periode pengembalian biaya (Pay Back Period - PBP) instalasi PLTS Atap dengan membagi biaya instalasi PLTS Atap dengan penghematan biaya rekening per tahun.

$$\text{Pay Back Period} = \frac{\text{Biaya Pengadaan PLTS Atap}}{\text{Penghematan Biaya Listrik 1 Tahun}}$$

Dalam perhitungan PBP instalasi PLTS Atap akan ditampilkan dengan 3 konsep pembayaran rekening minimum dan 5 skenario ekspor/impor untuk masing-masing tipe pelanggan PLN R-1 dan R-2. Hasil perhitungan PBP terlihat pada tabel 3.29 s/d tabel 3.33.

BAB 4

Hasil dan Pembahasan

Pembahasan terhadap hasil – hasil penelitian dengan 5 skenario ekspor/impor dan 3 konsep pembayaran rekening minimum untuk pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 akan dilakukan per daya pelanggan PLN dari 1300 VA s/d 5500 VA, dengan 3 parameter keekonomian, sebagai berikut :

- Biaya rekening per tahun
- Penghematan biaya rekening per tahun
- Periode pengembalian biaya (Pay Back Period-PBP) instalasi PLTS Atap

Untuk mendapatkan korelasi keekonomian di antara pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2, akan dilakukan perbandingan keekonomian dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dan PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala.

Untuk melihat posisi perkembangan dan regulasi mengenai PLTS Atap di Indonesia terhadap regional Asean di akhir bab akan dibahas mengenai perbandingan kebijakan PLTS Atap di negara anggota Asean.

4.1 Biaya Rekening Pelanggan PLN Tipe R-1 dan R-2 per Tahun

Biaya rekening pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 per tahun dianalisa tanpa PLTS Atap dan dengan PLTS Atap untuk satuan daya tersambung dari 1300 VA s/d 5500 VA. Dari tabel 3.24. s/d tabel 3.28 dan grafik 3.1 sd 3.5 mengenai biaya rekening per tahun untuk pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 memiliki grafik dengan pola yang serupa namun nilai biaya rekening tanpa PLTS Atap jauh lebih besar dibandingkan dengan pelanggan PLN yang mengaplikasikan PLTS Atap.

Tabel 3.38 sd 3.42 pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 dikelompokkan menjadi 5 wilayah pulau besar dan rata-rata nasional. Tampak skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018, 85% ekspor x TDL dan 100% ekspor x TDL (Sistem Net Metering) untuk wilayah Jawa/Bali biaya rekening per tahun lebih rendah dibandingkan dengan wilayah Maluku/NTB/NTT/Papua, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi. Sedangkan dengan skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x harga BPP setempat (Sistem Gross Metering) memiliki pola kecenderungan biaya rekening per tahun wilayah Jawa/Bali lebih tinggi dibanding wilayah Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku/NTT/NTB/Papua.

4.1.1 Biaya Rekening per Tahun Pelanggan PLN 1300 VA

Tabel 3.24 dan grafik 3.1 mengenai biaya rekening per tahun untuk pelanggan PLN 1300 VA dengan PLTS Atap menunjukkan penurunan yang signifikan jika dibandingkan dengan tanpa PLTS Atap. Pelanggan PLN 1300 VA dengan aplikasi PLTS Atap terlihat biaya rekening tertinggi di Provinsi Maluku Rp. 3.035.250,- dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dengan 3 konsep pembayaran rekening minimum menunjukkan biaya rekening nilainya sama untuk Provinsi Maluku. Biaya rekening terendah dengan skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor yang terjadi di Provinsi Maluku sebesar Rp. (- 2.924.885,-).

Tabel 4.1 menunjukkan biaya rekening tertinggi/terendah Provinsi tanpa PLTS Atap dan dengan aplikasi PLTS Atap dari 5 skenario ekspor/impur dan 3 konsep pembayaran rekening minimum. Biaya rekening tertinggi pelanggan PLN 1300 VA adalah skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dengan konsep pembayaran minimum 40 jam nyala sebesar Rp. 3.035.250,- Provinsi Kalimantan Timur dan terendah adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impur Rp. (-2.924.885,-) Provinsi Maluku.

No	Skenario ekspor impor Pelanggan PLN 1300 VA	PLN Standar (Tanpa PLTS Atap)	Konsep pembayaran rekening min 40 jam nyala	Konsep pembayaran rekening min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impur
A	Rekening tertinggi				
1	Permen ESDM 49_2018		3,035,250 Kalim	3,035,250 Kalim	3,035,250 Kalim
2	85% ekspor x TDL		2,310,123 Kalim	2,310,123 Kalim	2,310,123 Kalim
3	100% ekspor x TDL		1,766,277 Kalim	1,766,277 Kalim	1,766,277 Kalim
4	Permen ESDM 50_2017		2,454,154 DKI Jakarta	2,454,154 DKI Jakarta	2,454,154 DKI Jakarta
5	100% x BPP setempat		2,454,154 DKI Jakarta	2,454,154 DKI Jakarta	2,454,154 DKI Jakarta
6	Tanpa PLTS Atap	5,391,915 Kal Tim			
B	Rekening terendah				
1	Permen ESDM 49_2018		1,006,949 NTT	405,022 NTT	405,022 NTT
2	85% ekspor x TDL		961,178 Bali	- NTT	(319,790) NTT
3	100% ekspor x TDL		942,870 Banten	- NTT/NTB/ Jatim	(863,399) NTT
4	Permen ESDM 50_2017		961,178 Kalsel	- Suluttenggobar/NTT/Maluku/ Malut/Papua/ Papua Barat	(1,822,947) Maluku
5	100% x BPP setempat		942,870 Kep Riau	- Babel/ Suluttenggobar/ NTT/NTB /Mal/Malut/Papua/ Papua Barat	(2,924,885) Maluku
6	Tanpa PLTS Atap	3,925,314 Kal Tim			

Tabel 4.1 Biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 1300 VA

Tabel 4.2 adalah biaya rekening rata-rata nasional, tampak biaya rekening tertinggi adalah skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala sebesar Rp. 1.759.096,- (43% terhadap tanpa PLTS Atap). Biaya rekening terendah dengan skenario 100%

ekspor x BPP setempat dan konsep tanpa batasan ekspor/impor sebesar Rp. 237,201 (6% terhadap tanpa PLTS Atap).

Pengaruh konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala terhadap biaya rekening per tahun diamati pada skenario 100% ekspor x TDL dimana konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- dapat menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 13% (26% menjadi 13%) dan untuk konsep tanpa batasan ekspor/impor penurunan biaya rekening per tahun sebesar 14% (26% menjadi 12%).

No	Skenario Ekspor/Impor Pelanggan PLN 1300 VA	Pembayaran Rekening Listrik Rata-Rata Nasional Per Tahun R1 1300 VA		
		Konsep pembayaran rekening Min 40 Jam Nyala	Konsep pembayaran rekening Min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
1	PLN Standar (Tanpa PLTS Atap) (Rupiah)	4,057,905	4,057,905	4,057,905
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	100%	100%	100%
2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018 (Rupiah)	1,759,096	1,740,855	1,740,855
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	43%	43%	43%
3	85% x Ekspor Energi X TDL (Rupiah)	1,223,610	1,037,608	1,027,917
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	30%	26%	25%
4	100% x Ekspor Energi, X TDL (Rupiah)	1,056,935	524,072	493,213
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	26%	13%	12%
5	Permen ESDM no. 50 tahun 2017 (Rupiah)	1,249,724	902,213	677,192
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	31%	22%	17%
6	100% Ekspor x Harga BPP Setempat (Rupiah)	1,184,482	715,666	237,201
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	29%	18%	6%

Tabel 4.2 Biaya rekening rata-rata nasional per tahun pelanggan PLN 1300 VA.

Pengaruh faktor 65% ekspor x TDL terhadap biaya rekening per tahun diamati dari kolom konsep tanpa batasan ekspor/impor dimana dari skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 ke skenario 100% ekspor x TDL, biaya rekening per tahun turun 31% (43% menjadi 12%), sedangkan jika dibandingkan ke 100% ekspor x BPP setempat biaya rekening per tahun turun sebesar 37% (43% menjadi 6%).

Jika diamati terhadap kondisi BaU (PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018) adanya pembatasan 65% ekspor dan pembayaran rekening minimum 40 jam nyala maka skenario 100% ekspor x TDL dan tanpa batasan ekspor/impor dapat menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 31% (43% menjadi 12%), sedangkan terhadap 100% ekspor x BPP setempat tanpa batasan ekspor/impor dapat menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 37% (43% menjadi 6%).

4.1.2 Biaya Rekening per Tahun Pelanggan PLN 2200 VA

Biaya rekening pelanggan PLN 2200 VA dengan PLTS Atap dengan 5 skenario ekspor/impor dan 3 konsep pembayaran rekening minimum memiliki pola grafik serupa dengan pelanggan PLN 1300 VA.

Tabel 4.3 adalah rekening tertinggi/terendah untuk masing-masing konsep pembayaran rekening minimum, tampak skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018, 85% ekspor x TDL dan 100% ekspor x TDL biaya rekening di Provinsi Jawa/Bali dan Sumatera lebih rendah dibandingkan Provinsi wilayah lainnya. Sedangkan skenario PERMEN ESDM 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat wilayah Provinsi Jawa/Bali dan sebagian Sumatera lebih tinggi biaya rekening listriknya dibandingkan dengan Provinsi diluar wilayah tersebut. Hal ini karena BPP setempat Provinsi wilayah Jawa/Bali dan sebagian Sumatera lebih rendah dibanding BPP setempat wilayah lainnya.

No	Skenario ekspor impor Pelanggan PLN 2200 VA	PLN Standar (Tanpa PLTS Atap)	Konsep pembayaran rekening min 40 jam nyala	Konsep pembayaran rekening min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
A Rekening tertinggi					
1	Permen ESDM 49_2018		3,381,258	3,381,258	3,381,258
			Babel	Babel	Babel
2	85% ekspor x TDL		2,461,685	2,461,685	2,461,685
			Babel	Babel	Babel
3	100% ekspor x TDL		1,704,067	1,235,587	1,235,587
			Lampung /Babel/ Sumbar/Bengkulu/ Kalteng/Kaltim/ Sulawesi/ NTT/NTB/ Maluku/ Papua/Papua Barat	Babel	Babel
4	Permen ESDM 50_2017		2,819,302	2,819,302	2,819,302
			DKI Jakarta	DKI Jakarta	DKI Jakarta
5	100% x BPP setempat		2,819,302	2,819,302	2,819,302
			DKI Jakarta	DKI Jakarta	DKI Jakarta
6	Tanpa PLTS Atap	7,366,076			
		Babel			
B Rekening terendah					
1	Permen ESDM 49_2018		1,704,067	105,799	105,799
			NTT	NTT	NTT
2	85% ekspor x TDL		1,626,610	-	(814,154)
			Bali	NTT	NTT
3	100% ekspor x TDL		1,595,627	-	(2,040,759)
			Banten	NTT/NTB/ Jatim	NTT
4	Permen ESDM 50_2017		1,626,610	-	(4,233,580)
			Kasel	Babel/Sumut/NAD/ Suluttenggobar/NTT/ NTB/ Maluku/Malut/ Papua/ Papua Barat	Maluku
5	100% x BPP setempat		1,595,627	-	(6,720,005)
			Banten/Kep Riau	Babel/Riau/ Kepri/ Sumut/ NAD/Kalbar/ Kalteng/Kasel/ Suluttenggobar/NTT/ NTB/Mal/Malut/Papua/ Papua Barat	Maluku
6	Tanpa PLTS Atap	4,092,264			
		NTT			

Tabel 4.3 Biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 2200 VA

Biaya rekening tertinggi adalah skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala sebesar Rp. 3.381.258 Provinsi Bangka Belitung dan terendah adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor Rp. 6.720.005,- Provinsi Maluku.

Tabel 4.4 biaya rekening rata-rata nasional per tahun pelanggan PLN 2200 VA dengan aplikasi PLTS Atap yang tertinggi adalah dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala sebesar Rp. 2.011.256,- (35% terhadap tanpa PLTS Atap). Sedangkan biaya rekening terendah Rp. (-704.941,-) (- 12% terhadap tanpa PLTS Atap).

No	Skenario Ekspor/Impor Pelanggan PLN 2200 VA	Pembayaran Rekening Listrik Rata-Rata Nasional Per Tahun R1 2200 VA		
		Konsep pembayaran rekening Min 40 Jam Nyala	Konsep pembayaran rekening Min Rp. 0,-	Konsep Pembayaran Rekening Tanpa batasan ekspor/impor
1	PLN Standar (Tanpa PLTS Atap) (Rupiah)	5,760,865	5,760,865	5,760,865
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	100%	100%	100%
2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018 (Rupiah)	2,011,256	1,839,705	1,839,705
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	35%	32%	32%
3	85% x Ekspor Energi X TDL (Rupiah)	1,722,144	967,410	934,822
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	30%	17%	16%
4	100% x Ekspor Energi, X TDL (Rupiah)	1,675,854	133,041	(271,689)
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	29%	2%	-5%
5	Permen ESDM no. 50 tahun 2017 (Rupiah)	1,752,962	816,883	287,858
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	30%	14%	5%
6	100% Ekspor x Harga BPP Setempat (Rupiah)	1,731,421	609,366	(704,941)
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	30%	11%	-12%

Tabel 4.4 Biaya rekening rata-rata nasional per tahun pelanggan PLN 2200 VA.

Pengaruh konsep pembayaran rekening minimum diamati pada baris skenario 100% ekspor x TDL dimana konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- dapat menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 27% (29% menjadi 2%) dan untuk konsep tanpa batasan ekspor/impor penurunan biaya rekening per tahun sebesar 34% (29% menjadi -5%). Hal tersebut dibandingkan terhadap konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala. Pengaruh skenario ekspor/impor terhadap biaya rekening per tahun dapat diamati dari kolom konsep tanpa batasan ekspor/impor

dimana dari skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 ke skenario 100% ekspor x TDL, biaya rekening per tahun turun 37% (32% menjadi -5%), sedangkan jika dibandingkan ke 100% ekspor x BPP setempat biaya rekening per tahun turun sebesar 44% (32% menjadi -12%).

Jika diamati terhadap kondisi BaU (PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018), maka skenario 100% ekspor x TDL dengan konsep tanpa batasan ekspor/impur dapat menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 40% (35% menjadi -5%), sedangkan skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impur dapat menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 47% (35% menjadi -12%)..

4.1.3 Biaya Rekening per Tahun Pelanggan PLN 3300 VA

Grafik 3.3 dan Tabel 3.26 (terlampir) adalah biaya rekening per tahun pelanggan PLN 3300 VA dengan PLTS Atap memiliki pola yang serupa dengan pelanggan PLN R-1 1300 VA dan 2200 VA.

Tabel 4.5 adalah biaya rekening tertinggi/terendah untuk 5 skenario ekspor/impur dan 3 konsep pembayaran rekening minimum. Tampak bahwa skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018, 85% ekspor dan 100% ekspor untuk biaya rekening wilayah Jawa/Bali memiliki kecenderungan lebih rendah dibandingkan di luar Jawa/Bali. Sedangkan skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat biaya rekening wilayah Jawa/Bali memiliki kecenderungan lebih tinggi dibandingkan daerah di luar Jawa/Bali. Biaya rekening tertinggi adalah skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dengan konsep pembayaran rekening minimal 40 jam nyala Rp. 7.188.743 Provinsi Bangka Belitung dan terendah adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impur (Rp. -7.297.605,-) Provinsi Maluku.

No	Skenario ekspor impor Pelanggan PLN 3300 VA	PLN Standar (Tanpa PLTS Atap)	Konsep pembayaran rekening min 40 jam nyala	Konsep pembayaran rekening min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
A	Rekening tertinggi				
1	Permen ESDM 49_2018		7,188,743	7,188,743	7,188,743
			Babel	Babel	Babel
2	85% ekspor x TDL		5,809,383	5,809,383	5,809,383
			Babel	Babel	Babel
3	100% ekspor x TDL		3,970,236	3,970,236	3,970,236
			Babel	Babel	Babel
4	Permen ESDM 50_2017		6,459,855	6,459,855	6,459,855
			DKI Jakarta	DKI Jakarta	DKI Jakarta
5	100% x BPP setempat		6,459,855	6,459,855	6,459,855
			DKI Jakarta	DKI Jakarta	DKI Jakarta
6	Tanpa PLTS Atap	13,165,969			
		Babel			
B	Rekening terendah				
1	Permen ESDM 49_2018		2,532,864	763,233	763,233
			NAD	NAD	NAD
2	85% ekspor x TDL		2,393,440	-	(604,265)
			Banten	NAD	NAD
3	100% ekspor x TDL		2,393,440	-	(475,098)
			KepRi	Bali/Sumut/ NAD/NTT	NTT
4	Permen ESDM 50_2017		2,439,914	-	(3,567,968)
			Kalsel	NAD/ Suluttenggobar/ NTT/Maluku/Malut/ Papua/ Papua Barat	Maluku
5	100% x BPP setempat		2,393,440	-	(7,297,605)
			Kep Riau	Babel/Sumut/ NAD/ Suluttenggobar/NTT/NTB/ Maluku/Malut/Papua/ Papua Barat	Maluku
6	Tanpa PLTS Atap	6,689,056			
		NAD			

Tabel 4. 5 Biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 3300 VA

Tabel 4.6 adalah biaya rekening rata-rata nasional per tahun pelanggan PLN 3300 VA biaya rekening tertinggi adalah skenario PERMEN ESDM 49 tahun 2018 dengan konsep rekening minimum 40 jam nyala sebesar Rp. 4.549.088,- (44% terhadap tanpa PLTS Atap) dan yang terendah adalah skenario 100% ekspor x harga BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor sebesar Rp. 678.495,- (7% terhadap tanpa PLTS Atap).

Konsep 40 jam nyala biaya rekening terendah adalah dengan skenario 100% ekspor x TDL sebesar Rp. 2.595.058 (25%). Konsep Rp. 0,- yang terendah adalah skenario 100% x TDL sebesar Rp. 1.434.131,- (14%) sedangkan tanpa batasan

ekspor/impor yang tertinggi adalah skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 sebesar Rp. 4.495.463,- (43%).

Pengaruh konsep pembayaran rekening minimum terhadap biaya rekening per tahun dapat diamati pada baris skenario 100% ekspor x TDL dimana konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- dapat menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 11% (25% menjadi 14%) dan untuk konsep tanpa batasan ekspor/impor mampu menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 12% (25% menjadi 13%), sebagai referensi penurunan adalah konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala.

No	Skenario Ekspor/Impor Pelanggan 3300 VA	Pembayaran Rekening Listrik Rata-Rata Nasional Per Tahun R2 3300 VA		
		Konsep pembayaran rekening Min 40 Jam Nyala	Konsep pembayaran rekening Min Rp. 0,-	Konsep Pembayaran Rekening Tanpa batasan ekspor/impor
1	PLN Standar (Tanpa PLTS Atap) (Rupiah)	10,377,204	10,377,204	10,377,204
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	100%	100%	100%
2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018 (Rupiah)	4,549,088	4,495,463	4,495,463
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	44%	43%	43%
3	85% x Ekspor Energi X TDL (Rupiah)	3,361,687	3,156,449	3,138,138
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	32%	30%	30%
4	100% x Ekspor Energi, X TDL (Rupiah)	2,595,058	1,434,131	1,328,372
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	25%	14%	13%
5	Permen ESDM no. 50 tahun 2017 (Rupiah)	3,330,807	2,458,907	2,167,693
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	32%	24%	21%
6	100% Ekspor x Harga BPP Setempat (Rupiah)	3,131,144	1,868,273	678,495
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	30%	18%	7%

Tabel 4.6 Biaya rekening rata-rata nasional per tahun pelanggan PLN 3300 VA

Pengaruh skenario ekspor/impor terhadap biaya rekening per tahun dapat diamati dari kolom konsep tanpa batasan ekspor/impor dimana dari skenario 100% ekspor x TDL mampu menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 31% (43% menjadi

12%), sedangkan skenario 100% ekspor x BPP setempat mampu menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 36% (43% menjadi 7%). Referensi penurunan pembayaran rekening adalah terhadap skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 yaitu faktor 65% ekspor x TDL.

Jika diamati terhadap kondisi BaU (PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018) adanya pembatasan 65% ekspor dan pembayaran rekening minimum 40 jam nyala maka skenario 100% ekspor x TDL dan tanpa batasan pembayaran rekening minimum dapat menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 31% (44% menjadi 13%), sedangkan terhadap 100% ekspor x BPP setempat tanpa batasan pembayaran rekening minimum dapat menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 37% (44% menjadi 7%).

4.1.4 Biaya Rekening per Tahun Pelanggan PLN 4400 VA

Dari Grafik 3.4 dan Tabel 3.27 biaya listrik per tahun pelanggan PLN 4400 VA dengan PLTS Atap memiliki kecenderungan seperti pelanggan PLN 3300 VA. Skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018, 85% ekspor x TDL dan 100% ekspor x TDL biaya rekening wilayah Jawa/Bali lebih rendah dibandingkan wilayah diluar Jawa/Bali. Sedangkan skenario PERMEN ESDM 50 tahun 2017 dan 100 % ekspor x BPP setempat memiliki biaya rekening wilayah Jawa/Bali lebih tinggi dibandingkan di luar wilayah Jawa/Bali.

Tabel 4.7 adalah biaya rekening tertinggi/terendah untuk pelanggan PLN 4400 VA, terlihat biaya rekening tertinggi adalah skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dengan konsep 40 jam nyala sebesar 7.234.977,- di Provinsi Bangka Belitung. Dan yang terendah adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impор sebesar (Rp. - 11.668.960,-) di Provinsi Maluku .

No	Skenario ekspor impor Pelanggan 4400 VA	PLN Standar (Tanpa PLTS Atap)	Konsep pembayaran rekening min 40 jam nyala	Konsep pembayaran rekening min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
A	Rekening tertinggi				
1	Permen ESDM 49_2018		7,234,977	7,234,977	7,234,977
			Babel	Babel	Babel
2	85% ekspor x TDL		5,395,830	5,395,830	5,395,830
			Babel	Babel	Babel
3	100% ekspor x TDL		3,408,134	-	(4,430,733)
			Lampung/Sumbar/ Bengkulu/ Kalteng/ Kaltin/ Sulseltra/ Suluttenggobar/NTT/ NTB/Maluku/Malut/ Papua Barat	Bali/Jatim/ Jateng/DIY/ Jabar/Banten/ Sumut/Sumbar/ NAD/NTT/ NTB/Pap/ PapBar	NAD
4	Permen ESDM 50_2017		3,191,253	-	6,434,276
			Banten/Kep Riau	NAD/Suluttenggobar /NTT/NTB/Mal/Malut/Pap/PapBar	DKI Jakarta
5	100% x BPP setempat		6,434,276	6,434,276	6,434,276
			DKI Jakarta	DKI Jakarta	DKI Jakarta
6	Tanpa PLTS Atap	15,204,612			
		Babel			
B	Rekening terendah				
1	Permen ESDM 49_2018		3,377,151	-	(176,296)
			NAD	NAD	NAD
2	85% ekspor x TDL		3,191,253	-	(1,999,626)
			Banten	NAD	NAD
3	100% ekspor x TDL		3,191,253	-	(2,190,702)
			KepRi	Bali/Sumut/ NAD/NTT	NTT
4	Permen ESDM 50_2017		3,253,219	-	(6,783,273)
			Kalsel	NAD/ Suluttenggobar/NTT/ Mal/Malut/ Pap/ Papbar	Maluku
5	100% x BPP setempat		3,191,253	-	(11,668,960)
			Kep Riau	Babel/Sumut/ NAD/ Suluttenggobar/NTT/ NTB/ Mal/Malut/ Pap/ Papbar	Maluku
6	Tanpa PLTS Atap	7,724,801			
		NAD			

Tabel 4. 7 Biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 4400 VA

Tabel 4.8 biaya rekening rata – rata nasional pelanggan PLN 4400 VA , terlihat biaya rekening tertinggi adalah skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala Rp. 4.381.217,-. (37%) dan

biaya rekening terendah adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impur sebesar (Rp. – 947.583,- (-8%)). Penghitungan prosentase terhadap biaya rekening tanpa PLTS Atap.

Dari skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 konsep Rp.0,- dan tanpa batasan ekspor/impur terjadi penurunan biaya rekening jika dibandingkan dengan konsep 40 jam nyala. Dengan demikian konsep Rp. 0,- dan tanpa batasan ekspor/impur dengan skenario PERMEN no. 49 tahun 2018 masih mampu menurunkan biaya rekening melampaui konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala.

Pengaruh konsep pembayaran rekening minimum terhadap biaya rekening per tahun jika diamati dari skenario 100% ekspor x TDL terlihat konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- dapat menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 24% (28% menjadi 4%) dan konsep tanpa batasan ekspor/impur dapat menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 29% (28% menjadi -1%). Referensi penurunan biaya rekening per tahun diambil terhadap konsep pembayaran rekening minimal 40 jam nyala.

Pengaruh skenario ekspor/impur terhadap penurunan biaya rekening per tahun , diamati dari konsep tanpa batasan ekspor/impur tampak skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 ke skenario 100% ekspor x TDL turun 36% (35% menjadi -1%), sedangkan jika dibandingkan ke 100% ekspor x BPP setempat biaya rekening per tahun turun sebesar 43% (35% menjadi -8%).

Jika diamati pada kondisi BaU (PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala), maka skenario 100% ekspor x TDL dengan konsep tanpa batasan ekspor/impur dapat menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 38% (37% menjadi - 1%), sedangkan terhadap 100% ekspor x BPP setempat tanpa batasan ekspor/impur dapat menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 45% (37% menjadi - 8%).

No	Skenario Ekspor/Impor Pelanggan 4400 VA	Pembayaran Rekening Listrik Rata-Rata Nasional Per Tahun R2 4400 VA		
		Konsep pembayaran rekening Min 40 Jam Nyala	Konsep pembayaran rekening Min Rp. 0,-	Konsep Pembayaran Rekening Tanpa batasan ekspor/impor
1	PLN Standar (Tanpa PLTS Atap) (Rupiah)	11,984,029	11,689,929	11,984,029
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	100%	100%	100%
2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018 (Rupiah)	4,381,217	4,147,050	4,141,708
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	37%	35%	35%
3	85% x Ekspor Energi X TDL (Rupiah)	3,470,799	2,392,536	2,331,942
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	29%	20%	19%
4	100% x Ekspor Energi, X TDL (Rupiah)	3,322,838	456,596	(81,080)
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	28%	4%	-1%
5	Permen ESDM no. 50 tahun 2017 (Rupiah)	3,638,526	1,980,124	1,038,015
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	30%	17%	9%
6	100% Ekspor x Harga BPP Setempat (Rupiah)	3,560,999	1,485,729	(947,583)
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	30%	13%	-8%

Tabel 4.8 Biaya rekening rata-rata nasional per tahun pelanggan PLN 4400 VA

4.1.5 Biaya Rekening per Tahun Pelanggan PLN 5500 VA

Dari Grafik 3.5 dan Tabel 3.28 (terlampir) tampak dengan aplikasi PLTS Atap menunjukkan adanya penurunan biaya rekening jika dibandingkan tanpa PLTS Atap. Skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018, 85% ekspor dan 100% ekspor biaya rekening per tahun wilayah di luar Jawa/Bali cenderung lebih tinggi sedangkan dengan skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017, 100% ekspor x BPP setempat biaya rekening per tahun wilayah di luar wilayah Jawa/Bali cenderung lebih rendah.

Tabel 4.9 adalah biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 5500 VA, terlihat skenario PERMEN ESDM 49 tahun 2018 dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala adalah biaya rekening tertinggi sebesar Rp. 8.288.959,- Provinsi Bangka Belitung, dan paling rendah adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor sebesar (Rp. – 15.345.846,-) Provinsi Maluku.

Untuk konsep 40 jam nyala rekening ter rendah dengan skenario 100% ekspor x TDL sebesar Rp. 3.965.829,- Provinsi DKI Jakarta , sedangkan konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- biaya rekening terendah mampu dicapai dengan beberapa skenario dan konsep pembayaran rekening minimum sebesar Rp. 0,- (Nol Rupiah) di beberapa Provinsi seperti tampak dalam tabel 4.9.

No	Skenario ekspor impor Pelanggan 5500 VA	PLN Standar (Tanpa PLTS Atap)	Konsep pembayaran rekening min 40 jam nyala	Konsep pembayaran rekening min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
A Rekening tertinggi					
1	Permen ESDM 49_2018		8,288,959	8,288,959	8,288,959
			Babel	Babel	Babel
2	85% ekspor x TDL		5,990,025	5,990,025	5,990,025
			Babel	Babel	Babel
3	100% ekspor x TDL		4,260,168	2,924,781	2,924,781
			Babel	Babel	Babel
4	Permen ESDM 50_2017		7,343,052	7,343,052	7,343,052
			DKI Jakarta	DKI Jakarta	DKI Jakarta
5	100% x BPP setempat		7,343,052	7,343,052	7,343,052
			DKI Jakarta	DKI Jakarta	DKI Jakarta
6	Tanpa PLTS Atap	18,251,003			
		Babel			
B Rekening terendah					
1	Permen ESDM 49_2018		3,989,066	-	(603,832)
			Banten	NAD	NAD
2	85% ekspor x TDL		3,989,066	-	(2,882,995)
			Banten/Kep Riau	NAD/NTT	NAD
3	100% ekspor x TDL		3,965,829	-	(5,921,879)
			DKI Jakarta	Bali/Jatim/ Jateng/DIY/ Jabar/Banten/ Sumut/ Sumbar/ NAD/NTT/ NTB/Papua/ Papua Barat	
4	Permen ESDM 50_2017		3,989,066	-	(9,129,783)
			Banten/KepRi	Babel/NAD/ Suluttenggobar/NTT/ Maluku/Malut/ Papua/ Papua Barat	Maluku
5	100% x BPP setempat		3,989,066	-	(15,345,846)
			Banten/Kep Riau	Babel/Riau/Kepri/Sumut/ NAD/Kalbar/ Kalteng/ Kalsel/ Suluttenggobar/ NTT/NTB/ Maluku/Malut/ Papua/ Papua Barat	Maluku
6	Tanpa PLTS Atap	12,094,038			
		NTT			

Tabel 4.9 Biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 5500 VA

Tabel 4.10 adalah biaya rekening rata-rata nasional pelanggan PLN 5500 VA, tampak skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dengan konsep 40 jam nyala

adalah tertinggi Rp. 5.035.220,- (35%) dan biaya rekening terendah adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor (Rp. -1.779.371,- (-12%)) . Sedangkan untuk konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala biaya rekening terendah adalah skenario 100% ekspor x TDL sebesar Rp. 4.189.635,- (29%). Prosentase dihitung terhadap biaya rekening tanpa PLTS Atap.

No	Skenario Ekspor/Impor Pelanggan 5500 VA	Pembayaran Rekening Listrik Rata-Rata Nasional Per Tahun R2 5500 VA		
		Konsep pembayaran rekening Min 40 Jam Nyala	Konsep pembayaran rekening Min Rp. 0,-	Konsep Pembayaran rekening Tanpa batasan ekspor/impor
1	PLN Standar (Tanpa PLTS Atap) (Rupiah)	14,385,145	14,385,145	14,385,145
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	100%	100%	100%
2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018 (Rupiah)	5,035,220	4,600,541	4,582,244
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	35.00%	31.98%	31.85%
3	85% x Ekspor Energi X TDL (Rupiah)	4,288,817	2,412,611	2,320,036
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	30%	17%	16%
4	100% x Ekspor Energi, X TDL (Rupiah)	4,189,635	281,814	(696,242)
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	29%	2%	-5%
5	Permen ESDM no. 50 tahun 2017 (Rupiah)	4,405,480	2,082,867	702,627
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	31%	14%	5%
6	100% Ekspor x Harga BPP Setempat (Rupiah)	4,346,293	1,602,067	(1,779,371)
	Prosentase terhadap tanpa PLTS Atap (%)	30%	11%	-12%

Tabel 4.10 Biaya rekening rata-rata nasional per tahun pelanggan PLN 5500 VA

Pengaruh konsep pembayaran rekening minimum terhadap biaya rekening per tahun diamati dari skenario 100% ekspor x TDL tampak konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- turun 27% (29% menjadi 2%) dan konsep tanpa batasan ekspor/impor turun sebesar 34% (29% menjadi -5%). Referensi penurunan dihitung terhadap konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala.

Pengaruh skenario ekspor/impor terhadap biaya rekening per tahun jika diamati dari kolom konsep tanpa batasan ekspor/impor tampak skenario PERMEN ESDM

no. 49 tahun 2018 ke skenario 100% ekspor x TDL turun 37% (32% menjadi -5%), sedangkan skenario 100% ekspor x BPP setempat turun sebesar 44% (32% menjadi -12%).

Pengamatan terhadap kondisi BaU (PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018) maka skenario 100% ekspor x TDL dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor dapat menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 40% (35% menjadi -5%), sedangkan terhadap 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor dapat menurunkan biaya rekening per tahun sebesar 37% (35% menjadi -12%).

4.2 Penghematan Biaya Rekening Pelanggan PLN Tipe R-1 dan R-2 per Tahun

Berdasarkan metodologi penghitungan penghematan biaya rekening per tahun yang telah dijelaskan pada sub bab 3.4.4.2 hasilnya terlihat pada tabel 3.29 s/d tabel 3.33 serta grafik 3.6 s/d grafik 3.10 .

Penghematan biaya rekening per tahun memiliki kecenderungan yang serupa antara R-1 dan R-2 untuk 5 skenario ekspor/impor dan 3 konsep pembayaran rekening minimum yang detail pembahasannya akan disampaikan dalam sub bab berikut ini.

4.2.1 Penghematan Biaya Rekening Pelanggan PLN 1300 VA

Dari tabel 3.29 dan grafik 3.6 mengenai penghematan biaya rekening per tahun untuk pelanggan PLN 1300 VA terlihat skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 , 85% ekspor x TDL dan 100% ekspor x TDL memiliki pola yang serupa dengan nilai rupiah yang berbeda. Sedangkan skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat memiliki pola grafik serupa kecuali daerah dengan BPP setempat > BPP nasional karena pada skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dikenakan faktor pengali 85% ekspor x BPP setempat.

Tabel 4.11 adalah penghematan biaya rekening tertinggi/terendah Provinsi dengan 5 skenario ekspor/impur dan 3 konsep pembayaran rekening minimum. Penghematan tertinggi adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impur Rp. 7.346.255 Provinsi Maluku dan yang terendah adalah konsep 40 jam nyala dengan 5 skenario ekspor/impur di Provinsi NTT Rp. 1.753.712,- hal ini terjadi karena NTT merupakan Provinsi yang konsumsi listrik PLN untuk R-1 dan R-2 paling rendah dibandingkan Provinsi yang lain sedangkan potensi cahaya matahari untuk PLTS Atap sangat baik sehingga pelanggan PLN R-1 dan R-2 biaya listriknya akan dibawah 40 jam nyala. Dengan demikian jika diberlakukan peraturan minimum pembayaran rekening 40 jam nyala maka akan mengurangi penghematan pelanggan PLN dengan aplikasi PLTS Atap.

No	Skenario ekspor impor Pelanggan PLN 1300 VA	Konsep pembayaran rekening min 40 jam nyala	Konsep pembayaran rekening min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impur
A	Penhematan Tertinggi			
1	Permen ESDM 49_2018	2,358,800	2,358,800	2,358,800
		Sulteng	Sulteng	Sulteng
2	85% ekspor x TDL	3,083,276	3,084,584	3,084,584
		Maluku	Sulteng	Sulteng
3	100% ekspor x TDL	3,625,638	3,628,922	3,628,922
		Kaltim	Sulteng	Sulteng
4	Permen ESDM 50_2017	4,190,857	4,670,190	6,244,317
		Babel	Babel	Maluku
5	100% x BPP setempat	4,190,857	5,197,806	7,346,255
		Babel	Babel	Maluku
B	Penhematan Terendah			
1	Permen ESDM 49_2018	1,753,712	2,191,777	2,191,777
		NTT	DKI Jakarta	DKI Jakarta
2	85% ekspor x TDL	1,753,712	2,760,660	2,866,169
		NTT	NTT	DKI Jakarta
3	100% ekspor x TDL	1,753,712	2,760,660	3,371,964
		NTT	NTT	DKI Jakarta
4	Permen ESDM 50_2017	1,753,712	2,264,066	2,264,066
		NTT	DKI Jakarta	DKI Jakarta
5	100% x BPP setempat	1,753,712	2,264,066	2,264,066
		NTT	DKI Jakarta	DKI Jakarta

Tabel 4.11 Penghematan biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 1300 VA

Konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala penghematan tertinggi dengan skenario PERMEN ESDM 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat sebesar Rp. 4.190.857,- Provinsi Bangka Belitung. Konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- penghematan tertinggi adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat Rp. 5.197.806,- Provinsi Bangka Belitung. Sedangkan konsep tanpa batasan ekspor/impur terendah adalah PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 sebesar Rp. 2.191.777,- Provinsi DKI Jakarta. Konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 terendah Rp. 2.191.777 Provinsi DKI Jakarta.

Tabel 4.12 adalah penghematan biaya rekening rata-rata nasional pelanggan PLN 1300 VA dengan aplikasi PLTS Atap. Penghematan tertinggi adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat Rp. 3.820.704,- (94.15%) dan terendah skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dengan konsep 40 jam nyala Rp. 2.298.809,- (56.65%) .

Pada kolom konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala, penghematan tertinggi skenario 100% ekspor x TDL sebesar Rp. 3.000.970,- (73,95%) . Konsep pembayaran minimum Rp. 0,- penghematan tertinggi skenario 100% ekspor x TDL sebesar Rp. 3.533.833, - (87,09%) dan terendah skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 sebesar Rp. 2.317.049,- (57,10%).

Pengaruh konsep pembayaran rekening minimum terhadap penghematan Biaya rekening per tahun dapat diamati pada baris skenario 100% ekspor x TDL dimana konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 13% (74% menjadi 87%) dan konsep tanpa batasan ekspor/impur dapat menaikkan penghematan per tahun sebesar 14% (74% menjadi 88%). Peningkatan penghematan biaya rekening dihitung terhadap pembayaran rekening minimum 40 jam nyala.

No	Skenario Ekspor/Impor	Penghematan rekening listrik dalam 1 tahun (Rupiah) R1 1300 VA		
		Konsep pembayaran rekening Min 40 Jam Nyala	Konsep pembayaran rekening Min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
1	PLN Standar (Tanpa PLTS Atap) (Rupiah)	4,057,905	4,057,905	4,057,905
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	100%	100%	100%
2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018 (Rupiah)	2,298,809	2,317,049	2,317,049
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	56.65%	57.10%	57.10%
3	85% x Ekspor Energi X TDL (Rupiah)	2,834,295	3,020,297	3,029,988
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	69.85%	74.43%	74.67%
4	100% x Ekspor Energi, X TDL (Rupiah)	3,000,970	3,533,833	3,564,691
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	73.95%	87.09%	87.85%
5	Permen ESDM no. 50 tahun 2017 (Rupiah)	2,808,181	3,155,692	3,380,713
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	69.20%	77.77%	83.31%
6	100% Ekspor x Harga BPP Setempat (Rupiah)	2,873,423	3,342,239	3,820,704
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	70.81%	82.36%	94.15%

Tabel 4.12 Penghematan biaya rekening rata-rata nasional pelanggan PLN 1300 VA.

Pengaruh skenario ekspor/impor terhadap penghematan biaya rekening per tahun diamati dari kolom konsep tanpa batasan ekspor/impor dimana dari skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 ke skenario 100% ekspor x TDL per tahun naik sebesar 31% (57% menjadi 88%). Sedangkan skenario 100% ekspor x BPP setempat per tahun naik sebesar 37% (57% menjadi 94%).

Kondisi BaU (skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala), skenario 100% ekspor x TDL dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor menaikan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 31% (57% menjadi 88%), sedangkan skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor menaikan penghematan per tahun sebesar 37% (57% menjadi 94%).

4.2.2 Penghematan Biaya Rekening Pelanggan PLN 2200 VA

Penghematan biaya rekening pelanggan PLN 2200 VA memiliki kecenderungan seperti pelanggan PL 1300 VA dengan nilai yang lebih besar seperti tampak pada tabel 3.30 dan grafik 3.7 mengenai penghematan biaya rekening per tahun pelanggan PLN 2200 VA dengan 5 skenario ekspor/impor dan 3 konsep pembayaran rekening minimum .

Tabel 4.13 adalah penghematan biaya rekening tertinggi/terendah Provinsi, tampak penghematan tertinggi skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor sebesar Rp 812.432.124,- Provinsi Maluku dan penghematan terendah adalah konsep 40 jam nyala dengan 5 skenario ekspor/impor di Provinsi NTT sebesar Rp. 2.388.97,- hal ini terjadi karena NTT merupakan Provinsi yang konsumsi listrik PLN untuk R-1 dan R-2 paling rendah dibandingkan Provinsi yang lain sedangkan potensi cahaya matahari untuk PLTS Atap sangat baik sehingga dengan aplikasi PLTS Atap, biaya rekening akan dibawah 40 jam nyala.

Konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala penghematan tertinggi dengan skenario 100% ekspor x TDL, PERMEN ESDM 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat sebesar Rp. 5.662.009,- Provinsi Bangka Belitung

Konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- penghematan tertinggi adalah skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat sebesar Rp. 7.366.076,- Provinsi Bangka Belitung dan penghematan terendah PERMEN ESDM 49 tahun 2018 sebesar Rp. 3.709.760,- Provinsi DKI Jakarta. Sedangkan konsep tanpa batasan ekspor/impor penghematan terendah adalah PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 Rp. 3.709.760,- Provinsi DKI Jakarta.

No	Skenario ekspor impor Pelanggan PLN 2200 VA	Konsep pembayaran rekening min 40 jam nyala	Konsep pembayaran rekening min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
A	Penhematan Tertinggi			
1	Permen ESDM 49_2018	3,991,815	3,991,815	3,991,815
		Sulteng	Sulteng	Sulteng
2	85% ekspor x TDL	4,904,391	4,913,003	4,913,003
		Babel	Sulteng	Sulteng
3	100% ekspor x TDL	5,662,009	6,136,208	6,141,253
		Babel	Papua Barat	Sulteng
4	Permen ESDM 50_2017	5,662,009	7,366,076	9,945,699
		Babel	Babel	Maluku
5	100% x BPP setempat	5,662,009	7,366,076	12,432,124
		Babel	Babel	Maluku
B	Penghematan Terendah			
1	Permen ESDM 49_2018	2,388,197	3,709,160	3,709,160
		NTT	DKI Jakarta	DKI Jakarta
2	85% ekspor x TDL	2,388,197	4,092,264	4,565,120
		NTT	NTT	DKI Jakarta
3	100% ekspor x TDL	2,388,197	4,092,264	5,706,400
		NTT	NTT	DKI Jakarta
4	Permen ESDM 50_2017	2,388,197	3,831,496	3,831,496
		NTT	DKI Jakarta	DKI Jakarta
5	100% x BPP setempat	2,388,197	3,831,496	3,831,496
		NTT	DKI Jakarta	DKI Jakarta

Tabel 4.13 Penghematan biaya rekening tertinggi/ terendah pelanggan PLN 2200 VA

Tabel 4.14 Penghematan biaya rekening rata-rata nasional pelanggan PLN 2200 VA dengan aplikasi PLTS Atap. Penghematan tertinggi skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor Rp. 6.465.806,- (112%) dan terendah skenario PERMEN ESDM 49 tahun 2018 dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala Rp. 3.749.609,- (65%) . Sedangkan penghematan tertinggi untuk konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala adalah skenario 100% ekspor x TDL Rp. 4.085.012,- (71%) . Untuk konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- penghematan tertinggi skenario 100% ekspor x TDL Rp. 5.627.824, - (83%) dan penghematan terendah dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 Rp. 3.921.160,- (68%). Referensi perhitungan prosentase adalah Biaya rekening tanpa PLTS Atap.

Pengaruh konsep pembayaran rekening minimum terhadap penghematan biaya rekening per tahun dapat diamati pada baris skenario 100% ekspor x TDL

dimana konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 34% (68% menjadi 105%) dan untuk konsep tanpa batasan ekspor/impor, dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 41% (71% menjadi 112%). Perhitungan peningkatan penghematan adalah terhadap konsep pembayaran rekening listrik minimum 40 jam nyala.

No	Skenario Ekspor/Impor	Penghematan rekening listrik dalam 1 tahun (Rupiah) R1 2200 VA		
		Konsep pembayaran rekening Min 40 Jam Nyala	Konsep pembayaran rekening Min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
1	PLN Standar (Tanpa PLTS Atap) (Rupiah)	5,760,865	5,760,865	5,760,865
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	100%	100%	100%
2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018 (Rupiah)	3,749,609	3,921,160	3,921,160
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	65%	68%	68%
3	85% x Ekspor Energi X TDL (Rupiah)	4,038,721	4,793,456	4,826,044
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	70%	83%	84%
4	100% x Ekspor Energi, X TDL (Rupiah)	4,085,012	5,627,824	6,032,555
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	71%	98%	105%
5	Permen ESDM no. 50 tahun 2017 (Rupiah)	4,007,903	4,943,982	5,473,007
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	70%	86%	95%
6	100% Ekspor x Harga BPP Setempat (Rupiah)	4,029,445	5,151,499	6,465,806
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	70%	89%	112%

Tabel 4.14 Penghematan biaya rekening rata-rata nasional pelanggan PLN 2200 VA

Pengaruh skenario ekspor/impor terhadap penghematan biaya rekening per tahun dapat diamati dari kolom konsep tanpa batasan ekspor/impor dimana dari skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 ke skenario 100% ekspor x TDL, dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 31% (57% menjadi 88%), sedangkan jika dibandingkan ke 100% x BPP setempat, dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 37% (57% menjadi 94%).

Jika diamati terhadap kondisi BaU (PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala) maka skenario 100% ekspor x TDL dan tanpa batasan ekspor/impur dapat menaikan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 40% (65% menjadi 105%), sedangkan terhadap 100% ekspor x BPP setempat tanpa batasan ekspor/impur dapat menaikan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 47% (65% menjadi 112%).

4.2.3 Penghematan Biaya Rekening Pelanggan PLN 3300 VA

Tabel 3.31 dan grafik 3.8 adalah penghematan biaya rekening pelanggan PLN 3300 VA memiliki pola yang sama dengan pelanggan PLN 1300 VA dan 2200 VA . Penghematan terendah adalah skenario 100% ekspor x TDL dengan konsep 40 jam nyala Provinsi NAD.

Tabel 4.15 adalah penghematan biaya rekening tertinggi/ terendah Provinsi pelanggan PLN 3300 VA . Terlihat penghematan tertinggi adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impur Rp. 18.648.187,- Provinsi Maluku dan yang terendah adalah konsep 40 jam nyala dengan 5 skenario ekspor/impur di Provinsi NAD Rp. 4.156.192,- hal ini terjadi karena Provinsi NAD merupakan yang paling rendah konsumsi listrik PLN untuk pelanggan 3300 VA sedangkan potensi cahaya matahari untuk PLTS Atap sangat baik sehingga dengan aplikasi PLTS Atap, biaya rekening akan berada dibawah 40 jam nyala.

Konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala penghematan tertinggi dengan skenario PERMEN ESDM 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat Rp. 10.609.860,- Provinsi Bangka Belitung

Konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- penghematan tertinggi adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat Rp. 13.165.969,- Provinsi Bangka Belitung dan terendah PERMEN ESDM 49 tahun 2018 Rp. 5.563.740,- Provinsi DKI Jakarta. Sedangkan konsep tanpa batasan ekspor/impur terendah adalah

PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 sebesar Rp. 5.563.740,- di Provinsi DKI Jakarta.

No	Skenario ekspor impor Pelanggan PLN 3300 VA	Konsep pembayaran rekening min 40 jam nyala	Konsep pembayaran rekening min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
A	Penhematan Tertinggi			
1	Permen ESDM 49_2018	5,987,722	5,987,722	5,987,722
		Sulteng	Sulteng	Sulteng
2	85% ekspor x TDL	7,369,504	7,369,504	7,369,504
		Sulteng	Sulteng	Sulteng
3	100% ekspor x TDL	9,195,733	9,211,880	9,211,880
		Babel	Sulteng	Sulteng
4	Permen ESDM 50_2017	10,609,868	11,350,581	14,918,549
		Babel	Maluku/Utara	Maluku
5	100% x BPP setempat	10,609,868	13,165,969	18,648,187
		Babel	Babel	Maluku
B	Penhematan Terendah			
1	Permen ESDM 49_2018	4,156,192	5,563,740	5,563,740
		NAD	DKI Jakarta	DKI Jakarta
2	85% ekspor x TDL	4,156,192	6,689,056	6,847,680
		NAD	NAD	DKI Jakarta
3	100% ekspor x TDL	4,156,192	6,689,056	8,559,601
		NAD	NAD	DKI Jakarta
4	Permen ESDM 50_2017	4,156,192	5,747,244	5,747,244
		NAD	DKI Jakarta	DKI Jakarta
5	100% x BPP setempat	4,156,192	5,747,244	5,747,244
		NAD	DKI Jakarta	DKI Jakarta

Tabel 4.15 Penghematan biaya rekening tertinggi/ terendah pelanggan PLN 3300 VA

Tabel 4.16 Penghematan biaya rekening rata-rata nasional pelanggan PLN 3300 VA dengan aplikasi PLTS Atap. Penghematan tertinggi adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor Rp. 9.698.709,- (93%) dan terendah skenario PERMEN ESDM 49 tahun 2018 dengan konsep 40 jam nyala Rp.5.828.116,- (56%) .

Konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala penghematan tertinggi skenario 100% ekspor x TDL Rp. 7.782.146,- (75%) . Konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- penghematan tertinggi skenario 100% ekspor x TDL Rp. 8.943.073, - (86%) dan terendah skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 Rp. 5.881.741,- (57%).

Pengaruh konsep pembayaran rekening minimum terhadap penghematan Biaya rekening per tahun dapat diamati pada baris skenario 100% ekspor x TDL dimana konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- dapat menaikan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 11% (75% menjadi 86%) dan konsep tanpa batasan ekspor/impor, dapat menaikan penghematan per tahun sebesar 12% (75% menjadi 87%). Referensi pengukuran kenaikan penghematan adalah terhadap konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala.

No	Skenario Ekspor/Impor	Penghematan rekening listrik dalam 1 tahun (Rupiah) R2 3300 VA		
		Konsep pembayaran rekening Min 40 Jam Nyala	Konsep pembayaran rekening Min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
1	PLN Standar (Tanpa PLTS Atap) (Rupiah)	10,377,204	10,377,204	10,377,204
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	100%	100%	100%
2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018 (Rupiah)	5,828,116	5,881,741	5,881,741
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	56%	57%	57%
3	85% x Ekspor Energi X TDL (Rupiah)	7,015,516	7,220,754	7,239,065
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	68%	70%	70%
4	100% x Ekspor Energi, X TDL (Rupiah)	7,782,146	8,943,073	9,048,832
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	75%	86%	87%
5	Permen ESDM no. 50 tahun 2017 (Rupiah)	7,046,397	7,918,296	8,209,511
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	68%	76%	79%
6	100% Ekspor x Harga BPP Setempat (Rupiah)	7,246,060	8,508,930	9,698,709
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	70%	82%	93%

Tabel 4.16 Penghematan biaya rekening rata-rata nasional pelanggan PLN 3300 VA

Pengaruh skenario ekspor/impor terhadap penghematan biaya rekening per tahun dapat diamati dari kolom konsep tanpa batasan ekspor/impor dimana dari skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 ke skenario 100% ekspor x TDL dapat menaikan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 30% (57% menjadi 87%), skenario 100% ekspor x BPP setempat dapat menaikan penghematan per tahun sebesar 36% (57% menjadi 93%).

Kondisi BaU (PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018), skenario 100% ekspor x TDL dengan tanpa batasan ekspor/impur dapat menaikan penghematan per tahun sebesar 31% (56% menjadi 87%), sedangkan terhadap 100% ekspor x BPP setempat dapat menaikan penghematan per tahun sebesar 39% (56% menjadi 93%).

4.2.4 Penghematan Biaya Rekening Pelanggan PLN 4400 VA

Pola penghematan pada pelanggan PLN 4400 VA memiliki pola grafik yang sama dengan pelanggan PLN 3300 VA dengan penghematan terendah dengan skenario 100% ekspor x TDL dengan konsep 40 jam nyala Provinsi NAD seperti tampak pada tabel 3.32 dan grafik 3.9, hal ini karena konsumsi listrik Provinsi NAD paling rendah sedang potensi matahari cukup baik untuk aplikasi PLTS Atap dan sangat dimungkinkan pembayaran listrik akan jauh dibawah biaya rekening minimum 40 jam nyala.

Tabel 4.17 adalah penghematan biaya rekening pelanggan PLN 4400 VA tertinggi dan terendah Provinsi. Terlihat penghematan tertinggi adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impur Rp. 24.864.249,- Provinsi Maluku dan yang terendah adalah konsep 40 jam nyala dengan berbagai skenario ekspor/impur di Provinsi NAD Rp. 4.347.659,-

No	Skenario ekspor impor Pelanggan 4400 VA	Konsep pembayaran rekening min 40 jam nyala	Konsep pembayaran rekening min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
A	Penhematan Tertinggi			
1	Permen ESDM 49_2018	7,983,629	7,983,629	7,983,629
		Sulteng	Sulteng	Sulteng
2	85% ekspor x TDL	9,808,782	9,826,005	9,826,005
		Babel	Sulteng	Sulteng
3	100% ekspor x TDL	12,260,977	12,282,507	12,282,507
		Babel	Sulteng	Sulteng
4	Permen ESDM 50_2017	11,796,477	14,876,987	19,891,399
		Babel	Babel	Maluku
5	100% x BPP setempat	11,796,477	14,876,987	24,864,249
		Babel	Babel	Maluku
B	Penghematan Terendah			
1	Permen ESDM 49_2018	4,347,650	7,418,321	7,418,321
		NAD	DKI Jakarta	DKI Jakarta
2	85% ekspor x TDL	4,347,650	7,724,801	9,130,241
		NAD	NAD	DKI Jakarta
3	100% ekspor x TDL	4,347,650	7,724,801	11,412,801
		NAD	NAD	DKI Jakarta
4	Permen ESDM 50_2017	4,347,650	7,662,992	7,662,992
		NAD	DKI Jakarta	DKI Jakarta
5	100% x BPP setempat	4,347,650	7,662,992	7,662,992
		NAD	DKI Jakarta	DKI Jakarta

Tabel 4.17 Penghematan biaya rekening tertinggi/ terendah pelanggan PLN 4400 VA

Konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala penghematan tertinggi dengan skenario 100% ekspor x TDL Rp. 12.260.977,- Provinsi Bangka Belitung. Konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- penghematan tertinggi adalah skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat Rp. 14.876.987,- Provinsi Bangka Belitung dan terendah PERMEN ESDM 49 tahun 2018 Rp. 7.418.321,- Provinsi DKI Jakarta. Konsep tanpa batasan ekspor/impor terendah adalah PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 sebesar Rp. 7.418.321,- Provinsi DKI Jakarta.

Tabel 4.18 Penghematan biaya rekening rata-rata nasional pelanggan PLN 4400 VA dengan aplikasi PLTS Atap. Penghematan tertinggi adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor Rp. 12.931.612,- (108%) dan terendah skenario PERMEN ESDM 49 tahun 2018 dengan konsep 40 jam nyala Rp.7.602.811,- (63%) .

Konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala penghematan tertinggi dengan skenario 100% ekspor x TDL Rp. 8.661.191,- (72%) . Konsep pembayaran minimum Rp. 0,- penghematan tertinggi dengan skenario 100% ekspor x TDL Rp.11.527.433, - (99%) dan terendah skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 Rp. 7.842.321,- (65%).

Pengaruh konsep pembayaran rekening minimum terhadap penghematan Biaya rekening per tahun dapat diamati pada baris skenario 100% ekspor x TDL dimana konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 27% (72% menjadi 99%) dan untuk konsep tanpa batasan ekspor/impor dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 29% (72% menjadi 101%). Perhitungan kenaikan penghematan terhadap konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala.

No	Skenario Ekspor/Impor	Penghematan rekening listrik dalam 1 tahun (Rupiah) R2 4400 VA		
		Konsep pembayaran rekening Min 40 Jam Nyala	Konsep pembayaran rekening Min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
1	PLN Standar (Tanpa PLTS Atap) (Rupiah)	11,984,029	11,689,929	11,984,029
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	100%	100%	100%
2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018 (Rupiah)	7,602,811	7,836,979	7,842,321
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	63%	67%	65%
3	85% x Ekspor Energi X TDL (Rupiah)	8,513,230	9,591,493	9,652,087
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	71%	82%	81%
4	100% x Ekspor Energi, X TDL (Rupiah)	8,661,191	11,527,433	12,065,109
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	72%	99%	101%
5	Permen ESDM no. 50 tahun 2017 (Rupiah)	8,345,502	10,003,904	10,946,014
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	70%	86%	91%
6	100% Ekspor x Harga BPP Setempat (Rupiah)	8,423,030	10,498,300	12,931,612
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	70%	90%	108%

Tabel 4.18 Penghematan biaya rekening rata-rata nasional pelanggan PLN 4400 VA

Pengaruh skenario ekspor/impur terhadap penghematan biaya rekening per tahun dapat diamati dari kolom konsep tanpa batasan ekspor/impur dimana dari skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 ke skenario 100% ekspor x TDL, dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 36% (65% menjadi 101%), sedangkan jika dibandingkan ke 100% x BPP setempat, dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 43% (65% menjadi 108%).

Jika diamati terhadap kondisi BaU (PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018) adanya pembatasan 65% ekspor dan pembayaran rekening minimum 40 jam nyala maka skenario 100% ekspor x TDL dan tanpa batasan ekspor/impur dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 38% (63% menjadi 101%), sedangkan terhadap 100% ekspor x BPP setempat tanpa batasan pembayaran rekening minimum, dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 45% (63% menjadi 108%).

4.2.5 Penghematan Biaya Rekening Pelanggan PLN 5500 VA

Pola penghematan listrik pelanggan PLN 5500 VA memiliki pola grafik yang sama dengan pelanggan PLN 4400 VA dengan besaran yang berbeda seperti tampak pada tabel 3.33 dan grafik 3.10. Tabel 4.19 adalah penghematan biaya rekening tertinggi/terendah pelanggan PLN 5500 VA wilayah Provinsi, terlihat penghematan tertinggi adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impur Rp. 31.080.311,- Provinsi Maluku dan yang terendah adalah konsep 40 jam nyala dengan berbagai skenario ekspor/impur di Provinsi NAD Rp. 5.051.101,- hal ini terjadi karena Provinsi NAD merupakan Provinsi yang konsumsi listrik PLN untuk pelanggan 5500 VA paling rendah dibandingkan Provinsi yang lain sedangkan potensi cahaya matahari untuk PLTS Atap sangat baik dan biaya listrik kemungkinan besar akan berada di bawah 40 jam nyala, sehingga selisih biaya listrik PLN tanpa PLTS Atap dikurangi biaya 40 jam nyala relatif lebih kecil dibandingkan dengan Provinsi yang konsumsi listrik PLN lebih tinggi.

Konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala penghematan tertinggi dengan skenario 100% ekspor x TDL, PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat Rp. 13.990.835,- Provinsi Bangka Belitung. Konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- penghematan tertinggi adalah skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat Rp.18.251.003,- Provinsi Bangka Belitung dan terendah PERMEN ESDM 49 tahun 2018, 85% ekspor x TDL, 100% ekspor x TDL, PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017, 100% ekspor x BPP setempat Rp. 9.272.540,- Provinsi NAD. Sedangkan konsep tanpa batasan ekspor/impur terendah adalah PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 Rp. 9.272.901,- Provinsi DKI Jakarta.

No	Skenario ekspor impor Pelanggan 5500 VA	Konsep pembayaran rekening min 40 jam nyala	Konsep pembayaran rekening min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impur
A	Penghematan Tertinggi			
1	Permen ESDM 49_2018	9,979,537	9,979,537	9,979,537
		Sulteng	Sulteng'	Sulteng
2	85% ekspor x TDL	12,260,977	12,282,507	12,282,507
		Babel	Sulteng'	Sulteng
3	100% ekspor x TDL	13,990,835	15,346,623	15,353,133
		Babel	Maluku	Sulteng
4	Permen ESDM 50_2017	13,990,835	18,251,003	24,864,249
		Babel	Babel	Maluku
5	100% x BPP setempat	13,990,835	18,251,003	31,080,311
		Babel	Babel	Maluku
B	Penghematan Terendah			
1	Permen ESDM 49_2018	5,051,101	9,272,540	9,272,901
		NAD	NAD	DKI Jakarta
2	85% ekspor x TDL	5,051,101	9,272,540	11,412,801
		NAD	NAD	DKI Jakarta
3	100% ekspor x TDL	5,051,101	9,272,540	14,266,001
		NAD	NAD	DKI Jakarta
4	Permen ESDM 50_2017	5,051,101	9,272,540	9,578,740
		NAD	NAD	DKI Jakarta
5	100% x BPP setempat	5,051,101	9,272,540	9,578,740
		NAD	NAD	DKI Jakarta

Tabel 4.19 Penghematan biaya rekening tertinggi/ terendah pelanggan PLN 5500 VA

Tabel 4.20 penghematan biaya rekening rata-rata nasional pelanggan PLN 5500 VA dengan aplikasi PLTS Atap. Penghematan tertinggi adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impur Rp.

16.164.515,- (112%) dan terendah skenario PERMEN ESDM 49 tahun 2018 dengan konsep 40 jam nyala Rp.9.349.925,- (65%) .

Konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala penghematan tertinggi dengan skenario 100% ekspor x TDL Rp. 10.195.510,- (71%) . Konsep pembayaran minimum Rp. 0,- penghematan tertinggi dengan skenario 100% ekspor x TDL Rp.14.103.331,- (98%) dan terendah skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 Rp. 9.784.603,- (68,02%).

Pengaruh konsep pembayaran rekening minimum terhadap penghematan Biaya rekening per tahun dapat diamati pada baris skenario 100% ekspor x TDL dimana konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 27% (71% menjadi 98%) dan untuk konsep tanpa batasan ekspor/impor, dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 34% (71% menjadi 105%). Perhitungan kenaikan penghematan pembayaran rekening berdasarkan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala.

Pengaruh skenario ekspor/impor terhadap biaya rekening per tahun dapat diamati dari kolom konsep tanpa batasan ekspor/impor dimana dari skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 ke skenario 100% ekspor x TDL, dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 37% (68% menjadi 105%), sedangkan jika dibandingkan ke skenario 100% ekspor x BPP setempat , dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 37% (44% menjadi 112%).

Jika diamati terhadap kondisi BaU (PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018) adanya pembatasan 65% ekspor dan pembayaran rekening minimum 40 jam nyala maka skenario 100% ekspor x TDL dan tanpa batasan ekspor/impor dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 40% (65% menjadi 105%), sedangkan terhadap 100% ekspor x BPP setempat tanpa batasan minimum pembayaran dapat menaikkan penghematan biaya rekening per tahun sebesar 47% (65% menjadi 112%).

No	Skenario Ekspor/Impor	Penghematan rekening listrik dalam 1 tahun (Rupiah) R2 5500 VA		
		Konsep pembayaran rekening Min 40 Jam Nyala	Konsep pembayaran rekening Min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
1	PLN Standar (Tanpa PLTS Atap) (Rupiah)	14,385,145	14,385,145	14,385,145
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	100%	100%	100%
2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018 (Rupiah)	9,349,925	9,784,603	9,802,901
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	65.00%	68.02%	68.15%
3	85% x Ekspor Energi X TDL (Rupiah)	10,096,328	11,972,533	12,065,109
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	70%	83%	84%
4	100% x Ekspor Energi, X TDL (Rupiah)	10,195,510	14,103,331	15,081,386
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	71%	98%	105%
5	Permen ESDM no. 50 tahun 2017 (Rupiah)	9,979,664	12,302,277	13,682,518
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	69%	86%	95%
6	100% Ekspor x Harga BPP Setempat (Rupiah)	10,038,852	12,783,078	16,164,515
	Prosentage terhadap tanpa PLTS Atap (%)	70%	89%	112%

Tabel 4.20 Penghematan biaya rekening rata-rata nasional Pelanggan PLN 5500 VA

4.3 Periode Pengembalian Biaya (Pay Back Period - PBP) Instalasi PLTS Atap untuk Pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2

Grafik PBP memiliki kecenderungan yang relatif serupa untuk pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2, hanya saja tipe R-1 memiliki PBP lebih tinggi dibandingkan dengan tipe R-2. Hal ini karena biaya instalasi tipe R-2 per Wp lebih rendah dibanding tipe R-1 dimana sistem kontroler dan biaya pemasangan untuk ukuran R-1 dan R-2 memiliki harga yang relatif tidak jauh berbeda.

4.3.1 PBP Instalasi PLTS Atap Pelanggan PLN 1300 VA

Tabel 3.33 dan grafik 3.11 mengenai Periode pengembalian biaya instalasi PLTS Atap pelanggan PLN 1300 VA tampak bahwa dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018, 85% ekspor x TDL, 100% ekspor x TDL Jawa/Bali lebih

rendah, sedangkan skenario PERMEN ESDM 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat Jawa/Bali PBP tampak lebih tinggi.

Dari tabel 3.48 mengenai PBP per wilayah tampak skenario PERMEN ESDM dengan 3 konsep pembayaran rekening minimum memiliki PBP rata-rata 12 tahun . PBP terlama adalah skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 yaitu wilayah Papua/Maluku/NTT/NTB mendekati 14 tahun, dan PBP terendah dengan 3 konsep pembayaran minimum rata-rata dibawah 12 tahun.

Tabel 4. 21 adalah PBP tertinggi dan terendah rata-rata wilayah Provinsi dengan berbagai konsep dan skenario ekspor/impor. PBP tertinggi 16.86 tahun dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala dengan 5 skenario ekspor/impor di Provinsi NTT. Sedangkan PBP terendah adalah sebesar 4.02 tahun dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor dengan skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 di Provinsi Maluku.

No	Skenario ekspor impor Pelanggan PLN 1300 VA	Konsep pembayaran rekening min 40 jam nyala	Konsep pembayaran rekening min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
A	Pay Beck Period Tertinggi			
1	Permen ESDM 49_2018	16.86	13.01	13.01
		NTT	Papua	Papua
2	85% ekspor x TDL	16.86	10.71	9.95
		NTT	NTT	Papua
3	100% ekspor x TDL	16.86	10.71	8.46
		NTT	NTT	Papua
4	Permen ESDM 50_2017	16.86	11.87	11.87
		NTT	DKI Jakarta	DKI Jakarta
5	100% x BPP setempat	16.86	11.87	11.87
		NTT	DKI Jakarta	DKI Jakarta
B	Pay Back Period Terendah			
1	Permen ESDM 49_2018	11.61	11.61	11.61
		Jawa Timur	Jawa Timur	Jawa Timur
2	85% ekspor x TDL	9.06	8.88	8.88
		Jawa Barat	Jawa Timur	Jawa Timur
3	100% ekspor x TDL	7.78	7.55	7.55
		Kali Tim	DIY Jogja	Jawa Timur
4	Permen ESDM 50_2017	6.73	6.04	4.74
		Babel	Babel	Maluku
5	100% x BPP setempat	6.73	6.04	4.02
		Babel	Babel	Maluku

Tabel 4. 21 PBP Provinsi tertinggi/terendah pelanggan PLN 1300 VA

Konsep 40 Jam nyala PBP terendah 6.73 tahun dengan skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dan 100% x BPP setempat. Konsep Pembayaran rekening minimum Rp. 0,- PBP tertinggi 13,01 tahun dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 di Provinsi Papua dan PBP terendah 6,04 tahun dengan skenario PERMEN ESDM 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat di Provinsi Bangka Belitung . Konsep tanpa batasan ekspor/impor PBP tertinggi 13,01 dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 di Provinsi Papua.

Tabel 4.22 PBP diamati dalam rata-rata nasional untuk pelanggan PLN 1300VA menunjukkan PBP tertinggi 12,35 tahun adalah konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala dengan skenario PERMEN ESDM 49 tahun 2018 . PBP terendah 7,94 tahun adalah konsep tanpa batasan ekspor/impor dengan skenario 100% ekspor x TDL. Untuk konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- PBP tertinggi 10,95 tahun dan PBP terendah 8,03 tahun.

batasan ekspor/impor dapat menurunkan PBP sebesar 4,04 tahun (12,35 tahun menjadi 8,31 tahun).

No	Skenario Ekspor/Impor	Periode Pengembalian Biaya Instalasi PLTS Atap Terhadap Penghematan Rekening Listrik PLN (Tahun) 1300 VA		
		Konsep pembayaran rekening Min 40 Jam Nyala	Konsep pembayaran rekening Min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
1	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018 (Rupiah)	12.35	10.95	10.92
2	85% x Ekspor Energi X TDL (Rupiah)	10.10	9.38	9.34
3	100% x Ekspor Energi, X TDL (Rupiah)	9.64	8.03	7.94
4	Permen ESDM no. 50 tahun 2017 (Rupiah)	10.37	9.40	9.06
5	100% Ekspor x Harga BPP Setempat (Rupiah)	10.17	8.95	8.31

Tabel 4.22 PBP rata-rata nasional pelanggan PLN 1300 VA

4.3.2 PBP Instalasi PLTS Atap Pelanggan PLN 2200 VA

Tabel 3.34 dan grafik 3.12 mengenai PBP biaya instalasi PLTS Atap pelanggan PLN 2200 VA memiliki pola serupa dengan pelanggan PLN 1300 VA,

Untuk skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dengan konsep pembayaran minimum Rp.0,- dan konsep tanpa batasan ekspor/impor memiliki besaran PBP yang sama hal ini karena ekspor dari kedua konsep tersebut sudah melampaui batas maksimal kemampuan PLTS Atap sehingga kedua konsep tersebut memiliki besaran penghematan yang mengakibatkan besaran PBP sama. Hal ini juga dapat terjadi di konsep dan skenario ekspor/impor yang lainnya.

Dari tabel 3.49 mengenai PBP per wilayah tampak konsep 40 jam nyala dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 PBP rata-rata 12 tahun. PBP tertinggi pada Konsep 40 jam nyala di wilayah Papua/Maluku/NTT/NTB diatas 14 tahun dan PBP terendah dengan konsep Rp. 0,- dengan tanpa batasan ekspor/impor di wilayah Jawa/Bali mendekati 11 tahun.

Tabel 4. 23 adalah PBP tertinggi/terendah rata-rata wilayah Provinsi dengan konsep pembayaran rekening minimum dan skenario ekspor/impor. PBP tertinggi adalah konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala dengan 5 skenario ekspor/impor sebesar 21,03 tahun di Provinsi NTT. PBP terendah dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor dan skenario 100% ekspor x BPP setempat sebesar 4.04 tahun di Provinsi Maluku.

Konsep 40 Jam nyala PBP terendah 8.10 tahun dengan 2 skenario (100% ekspor x TDL, PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017) di Provinsi Bangka Belitung dan 1 skenario ekspor (100% x BPP setempat) di NTT. Konsep Pembayaran rekening minimum Rp. 0,- PBP tertinggi 13,06 tahun dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 di Provinsi Papua dan PBP terendah 6,23 tahun dengan 2 skenario (PERMEN ESDM 50 tahun 2017 dan 100% x BPP setempat) di Provinsi Bangka Belitung. Sedangkan konsep tanpa batasan ekspor/impor PBP tertinggi 13,06 dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 di Provinsi Papua.

No	Skenario ekspor impor Pelanggan PLN 2200 VA	Konsep pembayaran rekening min 40 jam nyala	Konsep pembayaran rekening min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
A	Pay Beck Period Tertinggi			
1	Permen ESDM 49_2018	21.03	13.06	13.06
		NTT	Papua	Papua
2	85% ekspor x TDL	21.03	12.27	10.61
		NTT	NTT	Papua
3	100% ekspor x TDL	21.03	12.27	8.49
		NTT	NTT	Papua
4	Permen ESDM 50_2017	21.03	12.27	12.25
		NTT	NTT	Sulteng
5	100% x BPP setempat	21.03	12.27	11.40
		NTT	NTT	DKI Jakarta
B	Pay Back Period Terendah			
1	Permen ESDM 49_2018	11.51	11.15	11.15
		Jawa Barat	Jawa Timur	Jawa Timur
2	85% ekspor x TDL	9.35	9.06	9.06
		Babel	Jawa Timur	Jawa Timur
3	100% ekspor x TDL	8.10	7.48	7.25
		Babel	Babel	Babel
4	Permen ESDM 50_2017	8.10	6.23	5.05
		Babel	Babel	Maluku
5	100% x BPP setempat	8.10	6.23	4.04
		NTT	Babel	Maluku

Tabel 4.23 PBP Provinsi tertinggi/terendah pelanggan PLN 2200 VA

Tabel 4.24 adalah PBP rata-rata nasional pelanggan PLN 2200VA menunjukkan PBP tertinggi 12,64 tahun adalah konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala dengan skenario PERMEN ESDM 49 tahun 2018 dan PBP terendah 7,77 tahun adalah konsep tanpa batasan ekspor/impor dengan skenario 100% ekspor x TDL. Untuk konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- PBP tertinggi 11,95 tahun dan PBP terendah 8,39 tahun.

Pengaruh konsep pembayaran rekening minimum terhadap penurunan PBP diamati pada skenario 100% ekspor x TDL dimana konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- dapat menurunkan PBP sebesar 1,61 tahun (9.64 tahun menjadi 8.03 tahun) dan untuk konsep tanpa batasan ekspor/impor penurunan PBP sebesar 1,7 tahun (9,64 tahun menjadi 7,94 tahun). Perhitungan penurunan PBP terhadap konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala.

Pengaruh terhadap PBP dapat diamati dari kolom konsep tanpa batasan ekspor/impor dimana dari skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 ke

skenario 100% ekspor x TDL turun 3,4 tahun (11,79 tahun menjadi 8,39 tahun), sedangkan jika dibandingkan ke 100% ekspor x BPP setempat PBP turun sebesar 4,02 tahun (11,79 tahun ke 7,77 tahun).

Terhadap kondisi BaU (PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018) adanya pembatasan 65% ekspor dan pembayaran rekening minimum 40 jam nyala dengan skenario 100% ekspor x TDL dan tanpa batasan ekspor/impur dapat menurunkan PBP sebesar 4.87 tahun (12,64 tahun menjadi 7.77 tahun), sedangkan terhadap 100% ekspor x BPP setempat tanpa batasan minimum pembayaran dapat menurunkan PBP sebesar 4,54 tahun (12,64 tahun menjadi 8,10 tahun).

No	Skenario Ekspor/Impor	Periode Pengembalian Biaya Instalasi PLTS Atap Terhadap Penghematan Rekening Listrik PLN (Tahun) 2200 VA		
		Konsep pembayaran rekening Min 40 Jam Nyala	Konsep pembayaran rekening Min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impur
1	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018 (Rupiah)	12.64	11.95	11.95
2	85% x Ekspor Energi X TDL (Rupiah)	11.87	9.79	9.71
3	100% x Ekspor Energi, X TDL (Rupiah)	11.79	8.39	7.77
4	Permen ESDM no. 50 tahun 2017 (Rupiah)	11.97	9.73	9.14
5	100% Ekspor x Harga BPP Setempat (Rupiah)	11.91	9.37	8.10

Tabel 4.24 PBP rata-rata nasional pelanggan PLN 2200 VA

4.3.3 PBP Instalasi PLTS Atap Pelanggan PLN 3300 VA

Dari Tabel 3.35 dan grafik 3.13 mengenai PBP instalasi PLTS Atap pelanggan PLN 3300 VA skenario ekspor/impur dengan PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018, 85% ekspor x TDL dan 100% ekspor x TDL memiliki kecenderungan PBP naik/turun tidak secara fluktuatif sedang skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat PBP naik turun secara fluktuatif bahkan untuk Provinsi Bangka Belitung, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Barat, Maluku,

Maluku Utara memiliki PBP kisaran 5 tahun dibanding Provinsi lainnya yang rata-rata sekitar 8 tahun.

Untuk skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dan 85% ekspor x TDL dengan dengan 3 konsep pembayaran minimum memiliki besaran PBP sama, untuk 100% ekspor x TDL konsep Rp. 0,- dan tanpa batasan ekspor/impor juga memiliki PBP sama. Hal ini menunjukkan konsep dan skenario dengan PBP relatif sama tersebut karena PLTS Atap telah melampaui kemampuan produksi rata-rata per tahun.

Dari Tabel 3.50 mengenai PBP per wilayah tampak skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dengan 3 konsep pembayaran minimum, PBP paling tinggi di atas 12 tahun di wilayah Maluku/Papua/NTT/NTB. PBP terendah dengan skenario 100% ekspor x BPP setempat dan konsep tanpa batasan ekspor/impor sekitar 5 tahun di wilayah Maluku/Papua/NTT/NTB.

Tabel 4. 25 adalah PBP tertinggi dan terendah rata-rata Provinsi dengan berbagai konsep dan skenario ekspor/impor. PBP tertinggi dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala dan 5 skenario ekspor/impor besarnya sama 16,43 tahun di Provinsi NAD , PBP terendah dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor dan skenario 100% ekspor x BPP setempat sebesar 3,92 tahun di Provinsi Maluku.

Konsep 40 Jam nyala PBP terendah 6,28 tahun dengan 2 skenario (PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat) di Provinsi Bangka Belitung dan 1 skenario ekspor (100% x BPP setempat) di NTT. Konsep Pembayaran rekening minimum Rp. 0,- PBP tertinggi 12,66 tahun dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 di Provinsi Papua dan PBP terendah 5,06 tahun dengan skenario 100% ekspor x BPP setempat di Provinsi Bangka Belitung. Konsep tanpa batasan ekspor/impor PBP tertinggi 12,66 dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 di Provinsi Papua.

No	Skenario ekspor impor Pelanggan PLN 3300 VA	Konsep pembayaran rekening min 40 jam nyala	Konsep pembayaran rekening min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
A	Pay Beck Period Tertinggi			
1	Permen ESDM 49_2018	16.43 NAD	12.66 Papua	12.66 Papua
2	85% ekspor x TDL	16.43 NAD	10.29 Papua	10.29 Papua
3	100% ekspor x TDL	16.43 NAD	10.21 NAD	8.23 Papua
4	Permen ESDM 50_2017	16.43 NAD	11.87 Sulteng	11.87 Sulteng
5	100% x BPP setempat	16.43 NAD	11.05 DKI Jakarta	11.05 DKI Jakarta
B	Pay Back Period Terendah			
1	Permen ESDM 49_2018	10.80 Jawa Timur	10.80 Jawa Timur	10.80 Jawa Timur
2	85% ekspor x TDL	8.78 Jawa Timur	8.78 Jawa Timur	8.78 Jawa Timur
3	100% ekspor x TDL	7.25 Babel	7.02 Jawa Timur	7.02 Jawa Timur
4	Permen ESDM 50_2017	6.28 Babel	5.98 Babel	4.90 Maluku
5	100% x BPP setempat	6.28 Babel	5.06 Babel	3.92 Maluku

Tabel 4.25 PBP Provinsi tertinggi/terendah pelanggan PLN 3300 VA

Tabel 4.26 PBP rata-rata nasional pelanggan PLN 3300VA menunjukkan PBP tertinggi 11.73 tahun dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala dan skenario PERMEN ESDM 49 tahun 2018 dan PBP terendah 7,53 tahun dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor dan skenario 100% ekspor x TDL. Untuk konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- PBP tertinggi 11,58 tahun dan PBP terendah 7,64 tahun.

Pengaruh konsep pembayaran rekening minimum diamati pada skenario 100% ekspor x TDL dimana konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- dapat menurunkan PBP sebesar 1,61 tahun (9.64 tahun menjadi 8.03 tahun) dan untuk konsep tanpa batasan ekspor/impor penurunan PBP sebesar 1,7 tahun (9,64 tahun menjadi 7,94 tahun). Referensi perhitungan penurunan PBP adalah terhadap konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala.

Pengaruh skenario ekspor/impor terhadap PBP dapat diamati dari kolom konsep tanpa batasan ekspor/impor dimana dari skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 ke skenario 100% ekspor x TDL turun 3,4 tahun (11,79 tahun menjadi 8,39 tahun), sedangkan jika dibandingkan ke 100% ekspor x BPP setempat PBP turun sebesar 4,02 tahun (11,79 tahun ke 7,77 tahun).

Jika diamati terhadap kondisi BaU (PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018) adanya pembatasan 65% ekspor dan pembayaran rekening minimum 40 jam nyala maka skenario 100% ekspor x TDL dan tanpa batasan ekspor/impor dapat menurunkan PBP sebesar 4.2 tahun (11,73 tahun menjadi 7.53 tahun), sedangkan terhadap 100% ekspor x BPP setempat tanpa batasan ekspor/impor dapat menurunkan PBP sebesar 3,88 tahun (11,73 tahun menjadi 7,85 tahun).

No	Skenario Ekspor/Impor	Periode Pengembalian Biaya Instalasi PLTS Atap Terhadap Penghematan Rekening Listrik PLN (Tahun) 3300 VA		
		Konsep pembayaran rekening Min 40 Jam Nyala	Konsep pembayaran rekening Min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
1	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018 (Rupiah)	11.73	11.58	11.58
2	85% x Ekspor Energi X TDL (Rupiah)	9.82	9.82	9.82
3	100% x Ekspor Energi, X TDL (Rupiah)	8.96	7.64	7.53
4	Permen ESDM no. 50 tahun 2017 (Rupiah)	9.95	9.03	8.86
5	100% Ekspor x Harga BPP Setempat (Rupiah)	9.68	8.45	7.85

Tabel 4.26 PBP rata-rata nasional pelanggan PLN 3300 VA

4.3.4 PBP Instalasi PLTS Atap Pelanggan PLN 4400 VA

Dari Tabel 3.36 dan grafik 3.14 mengenai periode pengembalian biaya instalasi PLTS Atap pelanggan PLN 4400 VA memiliki kecenderungan grafik serupa dengan grafik PBP pelanggan PLN 3300 VA.

Dari Tabel 3.51 mengenai PBP per wilayah pelanggan PLN 4400 VA tampak skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dengan 3 konsep pembayaran

minimum untuk wilayah Maluku/Papua/NTT/NTB, berbeda dengan pelanggan PLN 3300 VA, yang mana konsep pembayaran minimum 40 jam nyala PBP diatas 12 tahun dan 2 konsep yang lain (Rp. 0,- dan tanpa batasan ekspor/impor) tampak sama tinggi dibawah 12 tahun. Sedangkan pada pelanggan PLN 3300 VA 3 Konsep tersebut tampak sama tinggi diatas 12 Tahun. Dari grafik 3.29 juga tampak PBP terendah dengan skenario 100% ekspor x BPP setempat dan konsep tanpa batasan ekspor/impor sekitar 5 tahun di wilayah Maluku/Papua/NTT/NTB.

Tabel 4. 27 adalah PBP tertinggi dan terendah rata-rata Provinsi dengan 3 konsep pembayaran rekening minimum dan 5 skenario ekspor/impor. PBP tertinggi dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala dan 5 skenario ekspor/impor besarnya sama 19,86 tahun di Provinsi NAD , PBP terendah dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor dan skenario 100% ekspor x BPP setempat sebesar 3,71 tahun di Provinsi Maluku.

No	Skenario ekspor impor Pelanggan 4400 VA	Konsep pembayaran rekening min 40 jam nyala	Konsep pembayaran rekening min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
A	Pay Beck Period Tertinggi			
1	Permen ESDM 49_2018	19.86	12.01	12.01
		NAD	Papua	Papua
2	85% ekspor x TDL	19.86	11.18	9.76
		NAD	NAD	Papua
3	100% ekspor x TDL	19.86	11.18	7.80
		NAD	NAD	Papua
4	Permen ESDM 50_2017	19.86	11.26	11.26
		NAD	Sulteng	Sulteng
5	100% x BPP setempat	19.86	11.18	10.48
		NAD	NAD	DKI Jakarta
B	Pay Back Period Terendah			
1	Permen ESDM 49_2018	10.25	10.25	10.25
		Jawa Timur	Jawa Timur	Jawa Timur
2	85% ekspor x TDL	8.60	8.33	8.33
		Babel	Jawa Timur	Jawa Timur
3	100% ekspor x TDL	6.88	6.87	6.66
		Babel	Lampung	Jawa Timur
4	Permen ESDM 50_2017	7.15	5.67	4.64
		Babel	Babel	Maluku
5	100% x BPP setempat	7.15	5.55	3.71
		Babel	Babel	Maluku

Tabel 4.27 PBP Provinsi tertinggi/terendah pelanggan PLN 4400 VA

Konsep 40 Jam nyala PBP terendah 7,15 tahun dengan 2 skenario (PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x BPP setempat) di Provinsi Bangka Belitung. Konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- PBP tertinggi 12,01 tahun dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 di Provinsi Papua dan PBP terendah 5,55 tahun dengan skenario 100% ekspor x BPP setempat di Provinsi Bangka Belitung. Konsep tanpa batasan ekspor/impор PBP tertinggi 12,01 dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 di Provinsi Papua.

Tabel 4.28 PBP rata-rata nasional pelanggan PLN 4400VA, menunjukkan PBP tertinggi 11.47 tahun dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala dan skenario PERMEN ESDM 49 tahun 2018 dan PBP terendah 7,44 tahun dengan konsep tanpa batasan ekspor/impор dan skenario 100% ekspor x TDL.

Konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- PBP tertinggi 10,99 dengan konsep PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dan PBP terendah 7,54 tahun dengan konsep 100% ekspor x TDL.

No	Skenario Ekspor/Impor	Periode Pengembalian Biaya Instalasi PLTS Atap Terhadap Penghematan Rekening Listrik PLN (Tahun) 4400 VA		
		Konsep pembayaran rekening Min 40 Jam Nyala	Konsep pembayaran rekening Min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impор
1	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018 (Rupiah)	11.47	10.99	10.98
2	85% x Ekspor Energi X TDL (Rupiah)	10.39	10.39	10.39
3	100% x Ekspor Energi, X TDL (Rupiah)	10.28	7.54	7.14
4	Permen ESDM no. 50 tahun 2017 (Rupiah)	10.60	8.88	8.40
5	100% Ekspor x Harga BPP Setempat (Rupiah)	10.50	8.50	7.44

Tabel 4.28 PBP rata-rata nasional pelanggan PLN 4400 VA

Pengaruh konsep pembayaran rekening minimum terhadap PBP diamati pada skenario 100% ekspor x TDL dimana konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- dapat menurunkan PBP sebesar 2,74 tahun (10,28 tahun menjadi 7,54 tahun) dan untuk konsep tanpa batasan ekspor/impор penurunan PBP sebesar 3,14 tahun

(10,28 tahun menjadi 7,14 tahun). Perhitungan penurunan PBP dihitung terhadap PBP konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala.

Pengaruh skenario ekspor/impur terhadap PBP diamati dari kolom konsep tanpa batasan ekspor/impur dimana dari skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 ke skenario 100% ekspor x TDL turun 3,44 tahun (10,98 tahun menjadi 7,54 tahun), sedangkan jika dibandingkan ke 100% ekspor x BPP setempat PBP turun sebesar 3,54 tahun (10,98 tahun ke 7,44 tahun).

Jika diamati terhadap kondisi BaU (PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018) adanya pembatasan 65% ekspor dan pembayaran rekening minimum 40 jam nyala maka skenario 100% ekspor x TDL dan tanpa batasan ekspor/impur dapat menurunkan PBP sebesar 4.33 tahun (11,47 tahun menjadi 7.14 tahun), sedangkan terhadap 100% ekspor x BPP setempat tanpa batasan minimum pembayaran dapat menurunkan PBP sebesar 4,03 tahun (11,47 tahun menjadi 7,44 tahun).

4.3.5 PBP Instalasi PLTS Atap Pelanggan PLN 5500 VA

Tabel 3.36 dan grafik 3.14 mengenai periode pengembalian biaya instalasi PLTS Atap pelanggan PLN 5500 VA memiliki kecenderungan grafik serupa dengan grafik PBP pelanggan PLN 3300 VA dan pelanggan PLN 4400 VA dengan besaran yang berbeda.

Tabel 3.52 mengenai PBP per wilayah pelanggan PLN 5500 VA tampak memiliki kecenderungan serupa dengan grafik pelanggan PLN 4400 VA dengan besaran yang berbeda, dimana PBP tertinggi dengan konsep 40 jam nyala dan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 di wilayah Maluku/Papua/NTT/NTB diatas 12 tahun dan PBP terendah dengan skenario 100% ekspor x BPP setempat dan konsep tanpa batasan ekspor/impur sekitar 5 tahun di wilayah Maluku/Papua/NTT/NTB.

Tabel 4.29 adalah PBP tertinggi dan terendah rata-rata Provinsi dengan 3 konsep pembayaran rekening minimum dan 5 skenario ekspor/impur. PBP tertinggi dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala dan 5 skenario

ekspor/impor besarnya sama 21,15 tahun di Provinsi NAD, PBP terendah dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor dan skenario 100% ekspor x BPP setempat sebesar 3,75 tahun di Provinsi Maluku.

Konsep 40 Jam nyala PBP terendah 7,49 tahun dengan skenario 100% ekspor x TDL di Provinsi DKI Jakarta. Konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- PBP tertinggi 21,15 tahun dengan skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 di Provinsi NAD dan PBP terendah 5,85 tahun dengan 2 skenario (PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dan 100% x BPP setempat) di Provinsi Bangka Belitung . Konsep tanpa batasan ekspor/impor PBP tertinggi 12,12 dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 di Provinsi Papua.

No	Skenario ekspor impor Pelanggan 5500 VA	Konsep pembayaran rekening min 40 jam nyala	Konsep pembayaran rekening min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
A	Pay Beck Period Tertinggi			
1	Permen ESDM 49_2018	21.15	12.12	12.12
		NAD	Papua	Papua
2	85% ekspor x TDL	21.15	11.52	9.85
		NAD	NAD	Papua
3	100% ekspor x TDL	21.15	11.52	7.88
		NAD	NAD	Papua
4	Permen ESDM 50_2017	21.15	21.15	11.39
		NAD	NAD	Sulteng
5	100% x BPP setempat	21.15	11.52	10.14
		NAD	NAD	DKI Jakarta
B	Pay Back Period Terendah			
1	Permen ESDM 49_2018	9.93	9.91	9.91
		Jawa Timur	Jawa Timur	Jawa Timur
2	85% ekspor x TDL	8.51	8.05	8.05
		DKI Jakarta	Jawa Timur	Jawa Timur
3	100% ekspor x TDL	7.49	6.81	6.44
		DKI Jakarta	DKI Jakarta	Jawa Timur
4	Permen ESDM 50_2017	7.63	5.85	4.69
		Babel	Babel	Maluku
5	100% x BPP setempat	7.63	5.85	3.75
		Babel	Babel	Maluku

Tabel 4.29 PBP Provinsi tertinggi/terendah pelanggan PLN 5500 VA.

Tabel 4.30 adalah PBP rata-rata nasional pelanggan PLN 5500 VA menunjukkan PBP tertinggi 12 tahun dengan Konsep pembayaran rekening minimum 40 jam

nyala dan skenario PERMEN ESDM 49 tahun 2018 dan PBP terendah 7 tahun adalah konsep tanpa batasan ekspor/impor dengan skenario 100% ekspor x TDL.

Untuk konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- PBP tertinggi 11 tahun adalah konsep PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dan PBP terendah 8 tahun adalah konsep 100% ekspor x TDL.

Pengaruh konsep pembayaran rekening minimum terhadap PBP diamati pada skenario 100% ekspor x TDL dimana konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- dapat menurunkan PBP sebesar 3 tahun (11 tahun menjadi 8 tahun) dan untuk konsep tanpa batasan ekspor/impor penurunan PBP sebesar 4 tahun (11 tahun menjadi 7 tahun). Referensi perhitungan penurunan PBP adalah terhadap konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala.

No	Skenario Ekspor/Impor	Periode Pengembalian Biaya Instalasi PLTS Atap Terhadap Penghematan Rekening Listrik PLN (Tahun) 5500 VA		
		Konsep pembayaran rekening Min 40 Jam Nyala	Konsep pembayaran rekening Min Rp. 0,-	Konsep tanpa batasan ekspor/impor
1	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018 (Rupiah)	11.64	10.95	10.92
2	85% x Ekspor Energi X TDL (Rupiah)	10.91	8.96	8.88
3	100% x Ekspor Energi, X TDL (Rupiah)	10.85	7.67	7.10
4	Permen ESDM no. 50 tahun 2017 (Rupiah)	11.03	8.93	8.33
5	100% Ekspor x Harga BPP Setempat (Rupiah)	10.97	8.62	7.38

Tabel 4.30 PBP rata-rata nasional pelanggan PLN 5500 VA

Pengaruh skenario ekspor/impor terhadap PBP diamati dari kolom konsep tanpa batasan ekspor/impor dimana dari skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 ke skenario 100% ekspor x TDL turun 4 tahun (11 tahun menjadi 7 tahun), sedangkan jika dibandingkan ke 100% ekspor x BPP setempat PBP turun sebesar 4 tahun (11 tahun ke 7 tahun).

Jika diamati terhadap kondisi BaU (PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018) adanya pembatasan 65% ekspor dan pembayaran rekening minimum 40 jam nyala maka skenario 100% ekspor x TDL dan tanpa batasan ekspor/impor dapat menurunkan PBP sebesar 5 tahun (12 tahun menjadi 7 tahun), sedangkan terhadap 100% ekspor x BPP setempat tanpa batasan minimum pembayaran dapat menurunkan PBP sebesar 5 tahun (12 tahun menjadi 7 tahun).

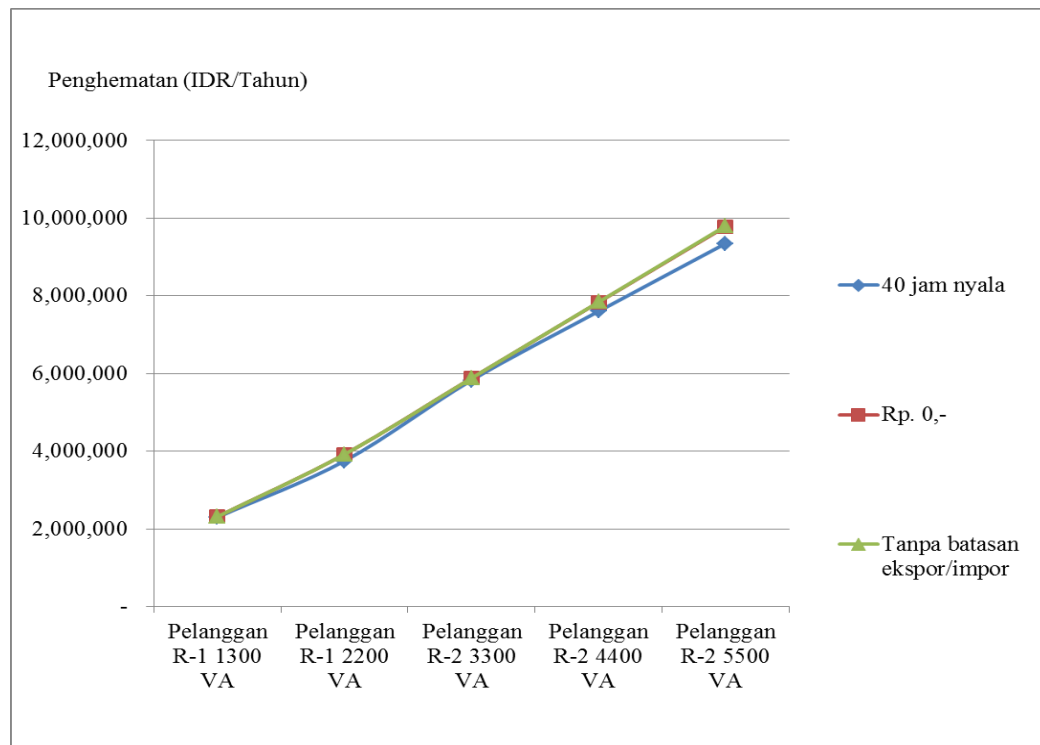
4.4 Perbandingan Keekonomian antar Kapasitas Daya Pelanggan PLN Tipe R-1 dan R-2.

Untuk melihat perbandingan keekonomian antar kapasitas daya pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 akan diamati dari sisi penghematan biaya rekening per tahun dan PBP untuk skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dan PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dengan 3 konsep pembayaran rekening minimum.

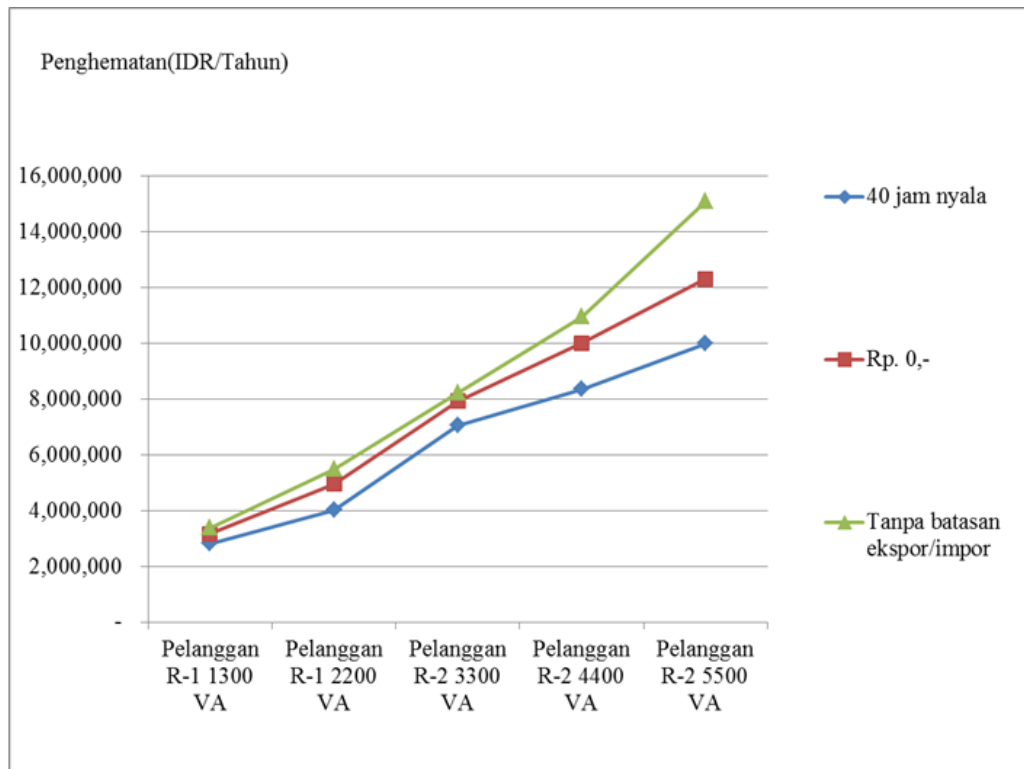
Tabel 4.31 dan grafik 4.1 s/d grafik 4.2 adalah perbandingan penghematan rekening listrik antar kapasitas daya pelanggan PLN R-1 dan R-2 dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dan PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dimana semakin besar kapasitas daya tersambung dari pelanggan PLN penghematan semakin tinggi.

NO	Penghematan Biaya Rekening Listrik per Tahun R-1 dan R-2 (Rupiah/Tahun)	Rata - Rata Nasional R-1 dan R-2		
		40 jam nyala	Rp. 0,-	Tanpa batasan ekspor/impor
1	<i>PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018</i>			
a	Pelanggan R-1 1300 VA	2,298,809.16	2,317,049.37	2,317,049.37
b	Pelanggan R-1 2200 VA	3,749,609.44	3,921,160.48	3,921,160.48
c	Pelanggan R-2 3300 VA	5,828,115.54	5,881,740.72	5,881,740.72
d	Pelanggan R-2 4400 VA	7,602,811.50	7,836,978.64	7,842,320.96
e	Pelanggan R-2 5500 VA	9,349,924.79	9,784,603.25	9,802,901.19
4	Permen ESDM no. 50 tahun 2017			
a	Pelanggan R-1 1300 VA	2,808,180.61	3,155,691.61	3,380,713.13
b	Pelanggan R-1 2200 VA	4,007,903.42	4,943,982.45	5,473,007.06
c	Pelanggan R-2 3300 VA	7,046,397.22	7,918,296.30	8,209,510.58
d	Pelanggan R-2 4400 VA	8,345,502.36	10,003,904.48	10,946,014.11
e	Pelanggan R-2 5500 VA	9,979,664.29	12,302,277.47	15,081,386.45

Tabel 4.31 Perbandingan penghematan rekening per kapasitas daya (skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dan no. 50 tahun 2017)



Grafik 4.1 Perbandingan penghematan rekening per kapasitas daya (skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018).

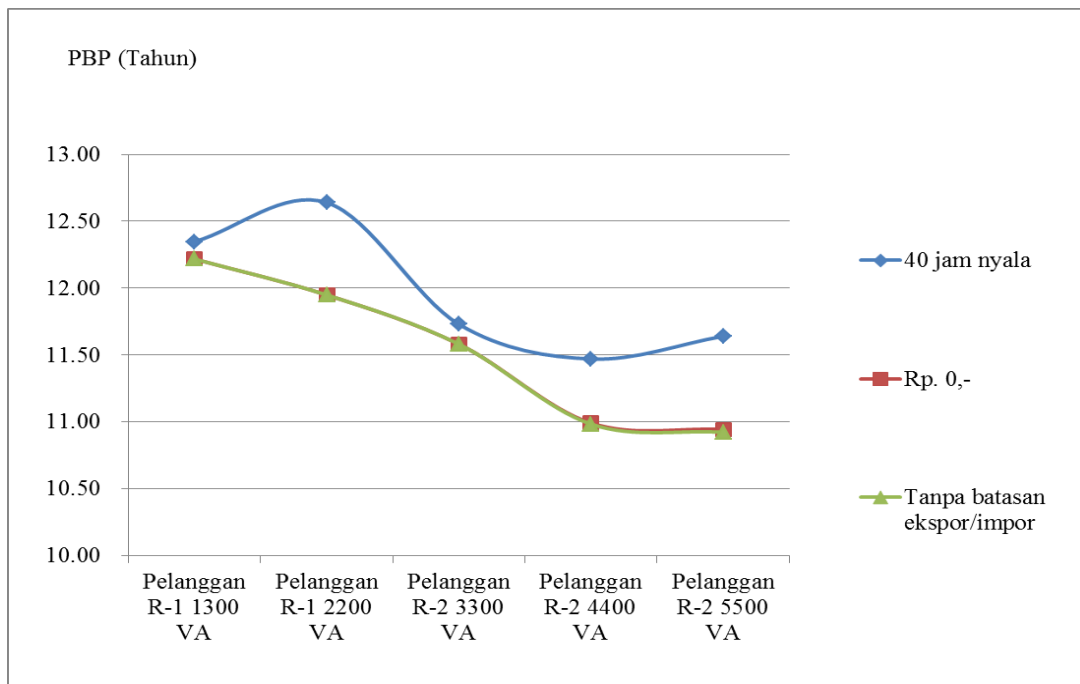


Grafik 4.2 Perbandingan penghematan rekening per kapasitas daya (skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017)

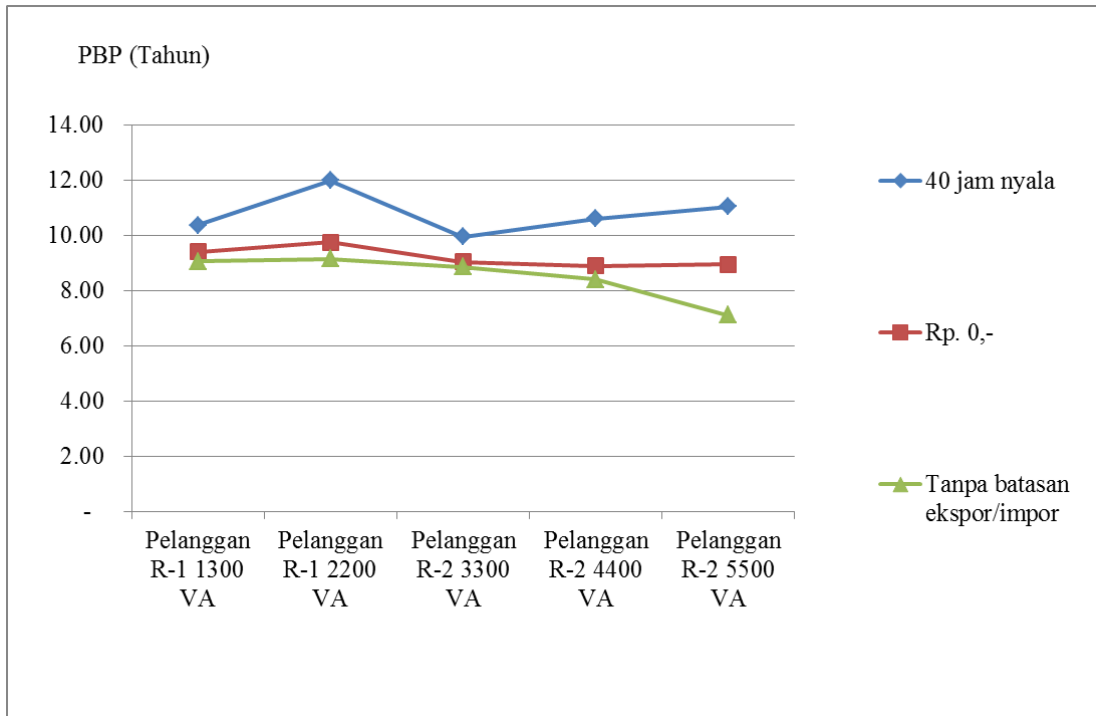
Perbandingan PBP antar kapasitas daya tersambung pelanggan PLN R-1 dan R-2 pada tabel 3.32 dan grafik 4.3 dan grafik 4.4. Skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 (Sistem Net Metering) semakin besar kapasitas daya . tersambung maka PBP semakin rendah, Dan untuk skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 (Gross Metering) besarnya kapaitas daya tersambung relative tidak mempengaruhi PBP .

NO	Periode Pengembalian Biaya Instalasi PLTS Atap (Pay Back Period-PBP) R-1 dan R-2 (Tahun)	Rata - Rata Nasional R-1 dan R-2		
		40 jam nyala	Rp. 0,-	Tanpa batasan ekspor/impor
1	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018			
a	Pelanggan R-1 1300 VA	12.35	12.22	12.22
b	Pelanggan R-1 2200 VA	12.64	11.95	11.95
c	Pelanggan R-2 3300 VA	11.73	11.58	11.58
d	Pelanggan R-2 4400 VA	11.47	10.99	10.98
e	Pelanggan R-2 5500 VA	11.64	10.95	10.92
4	Permen ESDM no. 50 tahun 2017			
a	Pelanggan R-1 1300 VA	10.37	9.40	9.06
b	Pelanggan R-1 2200 VA	11.97	9.73	9.14
c	Pelanggan R-2 3300 VA	9.95	9.03	8.86
d	Pelanggan R-2 4400 VA	10.60	8.88	8.40
e	Pelanggan R-2 5500 VA	11.03	8.93	7.10

Tabel 4.32 Perbandingan PBP per kapasitas daya (skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dan no. 50 tahun 2017).



Grafik 4.3 Perbandingan PBP antar kapasitas daya pelanggan PLN R-1 dan R-2 (skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018)



Grafik 4.4 Perbandingan PBP antar kapasitas daya pelanggan PLN R-1 dan R-2 (skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017).

4.5 Perbandingan Target dan Regulasi PLTS di Negara ASEAN

Sebagian besar negara di Asia Tenggara telah menetapkan target energi terbarukan dan telah mengadopsi beberapa bentuk kebijakan energi terbarukan nasional untuk mencapainya. Indonesia, Malaysia, Filipina, Thailand dan Vietnam relatif lebih maju di kawasan ini dalam hal kematangan dan kelengkapan kebijakan. Di sektor listrik, kebijakan berfokus pada skema pembiayaan khusus untuk mendukung proyek dengan mekanisme perijinan dan standar teknis untuk memfasilitasi interkoneksi jaringan dan jaminan pembelian daya listrik dari energi terbarukan dengan tarif menarik.[15]

Sampai dengan tahun 2013 progres pencapaian dan perkembangan regulasi di 4 negara Asean adalah seperti tampak pada tabel 4.33. [16].

Perkembangan terbaru mengenai PLTS Atap di kawasan ASEAN berdasarkan laporan IRENA tahun 2018 adalah seperti pada table 4.34 dan tampak roadmap

perkembangan PLTS dari tahun ke tahun dimana Indonesia masih cukup tertinggal dibandingkan dengan Thailand, Philipina dan Malaysia.

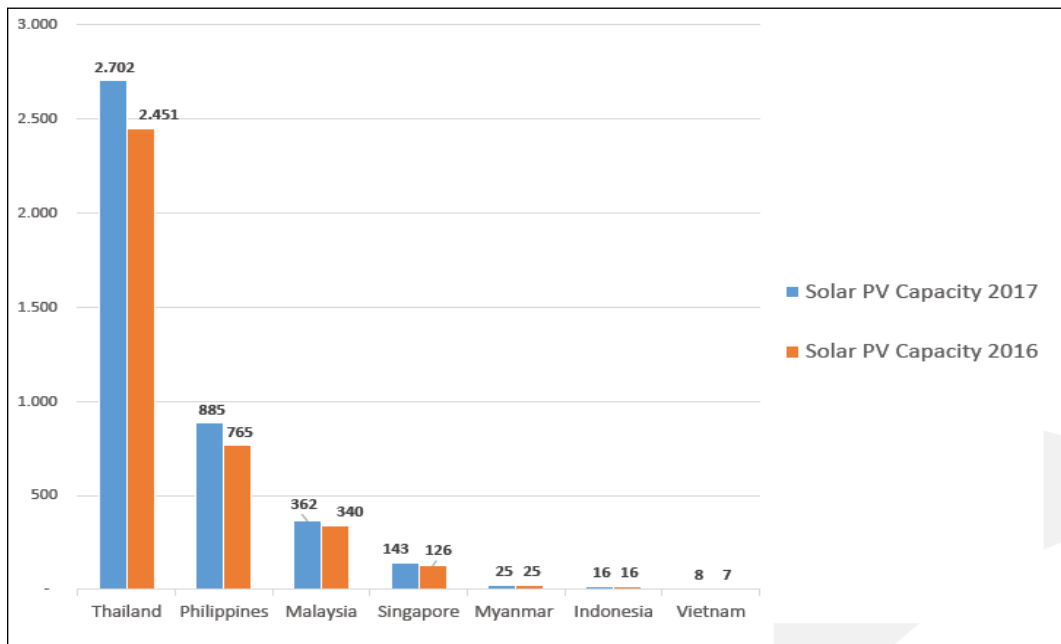
Country	2013 installed capacity (MW)	December 2014 forecast (MW)	Target (RE share in total installed capacity)	Primary renewable energy (respectively)	Solar insolation (kWh/m ² /year)	Policies related to RE	FiT rate for solar in 2013 in (Cent/kWh)
Thailand	690.6	753.6	25% by 2021 (with approx. 2000 MW solar energy)	Hydropower, biomass, solar and wind	5.0 - 5.3 kWh/m ² /day, approximately 1875 kWh/m ² /year .	Power development plan 2010– 2030 (PDP 2010)	(Year2013)
						Renewable and Alternative Energy Development Plan (AEDP 2012– 2021)	(1) Rooftop solar rate: 0 –10 kW = 0.13 ; 10– 250 kW = 0.13 ; 250 kW- 1MW =0.12 .
						Feed-in Premium (Adder) : Feed-in Tariff (2007) amended (2009) review rate (2013)	(2) Community ground-mounted solar: 1–3 year = 0.19 ; 4–10year = 0.13 ; 11–25 year = 0.09
Malaysia	74.7	89	7000MW by 2030 (with 4200MW expected from solar)	Solar, biomass, mycrohydro	4.5 kWh/m ² /day, averaging about 1643 kwh/ m ² /year	Renewable Energy Law (2011)	(year2015)
						SEDA Law (2011)	For period of 21 years
						Feed in Tariff Scheme (2011)((1) Community : 0–4 kW = 0.16 ; 4–24 kW = 0.16 ; 24–72 kW = 0.13 2) Individual : 0–4 kW = 0.16 ; 4–12 kW = 0.16 3) Non-individual : 0–4 kW = 0.16 ; 4–24 kW = 0.16 ; 24–72 kW = 0.13 ; 72 – 1MW = 0.12 ; 1 – 10 MW = 0.10 ; 10 – 30 MW = 0.0
Indonesia	42.8	74.5	17% by 2025#(with approx. 80 MW Solar Energy)	Geothermal, hydro, biomass and solar	4.8 kWh/m ² /day, averaging about 1752 kWh/ m ² /year	Energy Law (Law no.30) 2007 #Ministerial Regulation no.04/2012 #Ministerial Decree on Solar PV (No.17)2013 : FiTf or Solar PV introduced #National Energy Implementation Program 2005– 2025	(Year 2013) #0.16 – if using modules with local content < 40% #,i.e. consideredas imported modules) #0.19 – if using modules with local content > 40%
Philippines	14.6	89.9	15304MW by 2030 (with approx. 284 MW Solar)	Geothermal, hydroand Wind	4.5 to 5.5 kWh/m ² /day, approximately averaging 1862 kWh/m ² /year	National Renewable Program (NREP): Renewable Energy Act (2008)	(Year 2013)
						The Philippines Energy Plan (PEP 2012–2030)	0.14 (fixed rate)

Tabel 4.33 Perbandingan roadmap PLTS di 4 negara anggota ASEAN s/d 2013

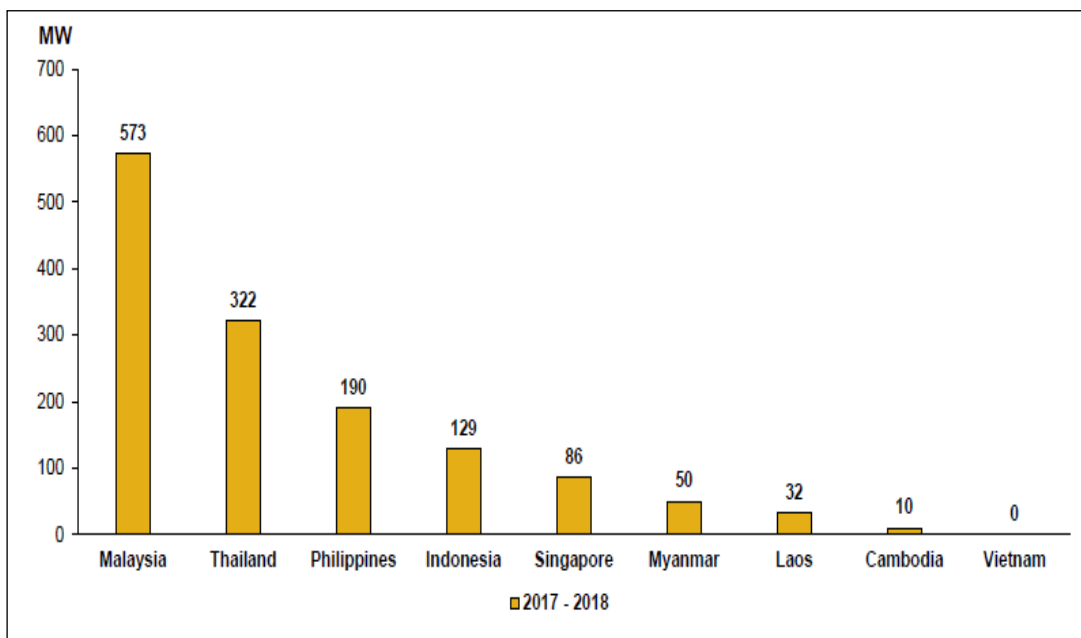
FIT (USD cents/kWh)							
	Thailand ^a		Philippines ^b	Malaysia ^{**c}		Indonesia ^{***d}	Viet Nam
2012			23.11/kWh with 0.6% degression yearly after the first year	4-72 kW	39-40		
				72 kW-1 MW	37.6		
				1-10 MW	31		
				10-30 MW	28		
2013	Rooftop 0-10 kW	21.5	No change	4-72 kW	30-36		
	Rooftop 10-250 kW	20.2		72 kW-1 MW	32		
	Rooftop 250 kW-1 MW	19		1-10 MW	24.3		
	Solar farm > 1 MW	21*		10-30 MW	21.8		
2014	No change		19.58/kWh with 0.6% degression yearly after the first year	4-72 kW	22.9-31.5		
				72 kW-1 MW	22.1		
				1-10 MW	18.4		
				10-30 MW	16.5		
2015	Rooftop 0-10 kW	19	19.08/kWh	<4 kW	25.67		
	Rooftop 10-250 kW	17.78		4-72 kW	21.42-25.04		
	Rooftop 250 kW-1 MW	16.69					
	Solar farm > 1 MW	15.73					
2016				<4 kW	19.92	14.5-25	
				4-72 kW	14.83-19.44		
2017				<4 kW	17.22		9.35 (solar rooftop)
				4-72 kW	12.1-16.8		

Tabel 4.34 Fit in Tariff tenaga surya negara-negara di Asia Tenggara [16]

Capaian aplikasi PLTS beberapa negara anggota ASEAN tampak pada grafik 4.5 dan 4.6, tampak kapasitas terpasang PLTS di Indonesia tertinggal jauh dibanding Thailand, Philipina dan Malaysia. Pada tahun 2017 dan 2018 terjadi penambahan PLTS terpasang yang cukup signifikan namun Indonesia masih tertinggal .



Grafik 4.5 Total kapasitas PLTS terpasang di ASEAN s/d 20016. [17]



Grafik 4.6 Penambahan kapasitas terpasang PLTS di ASEAN s/d 2018. [14]

BAB 5

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada BAB IV penelitian tesis akan memberikan kesimpulan dan saran yang berhubungan dengan ekspor/impor PLTS Atap untuk kepentingan para pemangku kepentingan. Kesimpulan dan saran dalam penelitian ini didasarkan dari hasil simulasi dan perhitungan dari data yang masih berlaku pada saat dilakukan penelitian.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

1. Pembayaran rekening yang terendah pelanggan PLN R-1 dan R-2 dengan aplikasi PLTS Atap dari 3 konsep pembayaran rekening minimum, berikut skenario ekspor/impor, adalah sebagai berikut :

Pela- nggan PLN 1300 VA	No.	Skenario Ekspor/Impor	Konsep Pembayaran Rekening Minimal	Biaya Rekening Per Tahun	Prosentase terhadap tanpa PLTS ATAP	Keterangan
	1	PLN tanpa PLTS Atap	40 Jam Nyala	4,057,905	100%	Referensi
	2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018	40 Jam Nyala	1,759,096	43%	Kondisi BAU
	3	100% ekspor x TDL	40 Jam Nyala	1,056,935	26%	Rekening terendah konsep 40 jam nyala
	4	100% ekspor x TDL	Rp. 0,-	524,072	13%	Rekening terendah konsep Rp. 0,-
	5	100% Ekspor x BPP setempat	Tanpa batasan ekspor impor	237,201	6%	Rekening terendah tanpa batasan ekspor impor

Pelanggan PLN R-1 2200 VA	No.	Skenario Ekspor/Impor	Konsep Pembayaran Rekening Minimal	Biaya Rekening Per Tahun	Prosentase terhadap tanpa PLTS ATAP	Keterangan
	1	PLN tanpa PLTS Atap	40 Jam Nyala	5,760,865	100%	Referensi
	2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018	40 Jam Nyala	2,011,256	35%	Kondisi BAU
	3	100% ekspor x TDL	40 Jam Nyala	1,675,854	29%	Rekening terendah konsep 40 jam nyala
	4	100% ekspor x TDL	Rp. 0,-	133,041	2%	Rekening terendah konsep Rp. 0,-
	5	100% Ekspor x BPP setempat	Tanpa batasan ekspor impor	(704,941)	-12%	Rekening terendah tanpa batasan ekspor impor

Tabel 5.1 Biaya rekening terendah pelanggan PLN R-1 dengan aplikasi PLTS Atap.

Pela- nggan PLN R-2 3300 VA	No.	Skenario Ekspor/Impor	Konsep Pembayaran Rekening Minimal	Biaya Rekening Per Tahun	Prosentase terhadap tanpa PLTS ATAP	Keterangan
	1	PLN tanpa PLTS Atap	40 Jam Nyala	10,377,204	100%	Referensi
	2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018	40 Jam Nyala	4,549,088	44%	Kondisi BAU
	3	100% ekspor x TDL	40 Jam Nyala	2,595,058	25%	Rekening terendah konsep 40 jam nyala
	4	100% ekspor x TDL	Rp. 0,-	1,434,131	14%	Rekening terendah konsep Rp. 0,-
	5	100% Ekspor x BPP setempat	Tanpa batasan ekspor impor	678,495	7%	Rekening terendah tanpa batasan ekspor impor
Pela- nggan PLN R-2 4400 VA	No.	Skenario Ekspor/Impor	Konsep Pembayaran Rekening Minimal	Biaya Rekening Per Tahun	Prosentase terhadap tanpa PLTS ATAP	Keterangan
	1	PLN tanpa PLTS Atap	40 Jam Nyala	11,984,029	100%	Referensi
	2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018	40 Jam Nyala	4,381,217	37%	Kondisi BAU
	3	100% ekspor x TDL	40 Jam Nyala	3,322,838	28%	Rekening terendah konsep 40 jam nyala
	4	100% ekspor x TDL	Rp. 0,-	456,596	4%	Rekening terendah konsep Rp. 0,-
	5	100% Ekspor x BPP setempat	Tanpa batasan ekspor impor	(947,583)	-8%	Rekening terendah tanpa batasan ekspor impor
Pela- nggan PLN R-2 5500 VA	No.	Skenario Ekspor/Impor	Konsep Pembayaran Rekening Minimal	Biaya Rekening Per Tahun	Prosentase terhadap tanpa PLTS ATAP	Keterangan
	1	PLN tanpa PLTS Atap	40 Jam Nyala	14,385,145	100%	Referensi
	2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018	40 Jam Nyala	5,035,220	35%	Kondisi BAU
	3	100% ekspor x TDL	40 Jam Nyala	4,189,635	29%	Rekening terendah konsep 40 jam nyala
	4	100% ekspor x TDL	Rp. 0,-	281,814	2%	Rekening terendah konsep Rp. 0,-
	5	100% Ekspor x BPP setempat	Tanpa batasan ekspor impor	(1,779,371)	-12%	Rekening terendah tanpa batasan ekspor impor

Tabel 5.2 Biaya rekening terendah pelanggan PLN R-2 dengan aplikasi PLTS Atap.

2. Penghematan biaya rekening tertinggi pelanggan PLN R-1 dan R-2 dengan aplikasi PLTS Atap dari masing-masing konsep pembayaran rekening minimum berikut skenario ekspor/impor, adalah sebagai berikut :

Pelanggan PLN R-1 1300 VA	No.	Skenario Ekspor/Impor	Konsep Pembayaran Rekening Minimal	Biaya Rekening Per Tahun	Prosentase terhadap tanpa PLTS ATAP	Keterangan
	1	PLN tanpa PLTS Atap	40 Jam Nyala	4,057,905	100%	Referensi
	2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018	40 Jam Nyala	2,298,809	57%	Kondisi BAU
	3	100% ekspor x TDL	40 Jam Nyala	3,000,970	74%	penghematan tertinggi konsep 40 jam nyala
	4	100% ekspor x TDL	Rp. 0,-	3,533,833	87%	penghematan tertinggi konsep Rp. 0,-
	5	100% Ekspor x BPP setempat	Tanpa batasan ekspor impor	3,820,704	94%	penghematan tertinggi konsep tanpa batasan ekspor impor
Pelanggan PLN R-1 2200 VA	No.	Skenario Ekspor/Impor	Konsep Pembayaran Rekening Minimal	Biaya Rekening Per Tahun	Prosentase terhadap tanpa PLTS ATAP	Keterangan
	1	PLN tanpa PLTS Atap	40 Jam Nyala	5,760,865	100%	Referensi
	2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018	40 Jam Nyala	3,749,609	65%	Kondisi BAU
	3	100% ekspor x TDL	40 Jam Nyala	4,085,012	71%	penghematan tertinggi konsep 40 jam nyala
	4	100% ekspor x TDL	Rp. 0,-	5,627,824	98%	penghematan tertinggi konsep Rp. 0,-
	5	100% Ekspor x BPP setempat	Tanpa batasan ekspor impor	6,465,806	112%	penghematan tertinggi konsep tanpa batasan ekspor impor

Tabel 5.3 Penghematan biaya rekening tertinggi pelanggan PLN R-1 dengan aplikasi PLTS Atap.

Pelanggan PLN R-2 3300 VA	No.	Skenario Ekspor/Impor	Konsep Pembayaran Rekening Minimal	Biaya Rekening Per Tahun	Prosentase terhadap tanpa PLTS ATAP	Keterangan
	1	PLN tanpa PLTS Atap	40 Jam Nyala	10,377,204	100%	Referensi
	2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018	40 Jam Nyala	5,828,116	56%	Kondisi BAU
	3	100% ekspor x TDL	40 Jam Nyala	7,782,146	75%	penghematan tertinggi konsep 40 jam nyala
	4	100% ekspor x TDL	Rp. 0,-	8,943,073	86%	penghematan tertinggi konsep Rp. 0,-
	5	100% Ekspor x BPP setempat	Tanpa batasan ekspor impor	9,698,709	93%	penghematan tertinggi konsep tanpa batasan ekspor impor

Pelanggan PLN R-2 4400 VA	No.	Skenario Ekspor/Impor	Konsep Pembayaran Rekening Minimal	Biaya Rekening Per Tahun	Prosentase terhadap tanpa PLTS ATAP	Keterangan
	1	PLN tanpa PLTS Atap	40 Jam Nyala	11,984,029	100%	Referensi
	2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018	40 Jam Nyala	7,602,811	63%	Kondisi BAU
	3	100% ekspor x TDL	40 Jam Nyala	8,661,191	72%	penghematan tertinggi konsep 40 jam nyala
	4	100% ekspor x TDL	Rp. 0,-	11,527,433	99%	penghematan tertinggi konsep Rp. 0,-
	5	100% Ekspor x BPP setempat	Tanpa batasan ekspor impor	12,931,612	108%	penghematan tertinggi konsep tanpa batasan ekspor impor

Pelanggan PLN R-2 5500 VA	No.	Skenario Ekspor/Impor	Konsep Pembayaran Rekening Minimal	Biaya Rekening Per Tahun	Prosentase terhadap tanpa PLTS ATAP	Keterangan
	1	PLN tanpa PLTS Atap	40 Jam Nyala	14,385,145	100%	Referensi
	2	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018	40 Jam Nyala	9,349,925	65%	Kondisi BAU
	3	100% ekspor x TDL	40 Jam Nyala	10,195,510	71%	penghematan tertinggi konsep 40 jam nyala
	4	100% ekspor x TDL	Rp. 0,-	14,103,331	98%	penghematan tertinggi konsep Rp. 0,-
	5	100% Ekspor x BPP setempat	Tanpa batasan ekspor impor	16,164,515	112%	penghematan tertinggi konsep tanpa batasan ekspor impor

Tabel 5.4 Penghematan biaya rekening tertinggi pelanggan PLN R-2 dengan aplikasi PLTS Atap.

3. Pay Back Period (PBP) pelanggan PLN R-1 dan R-2 dengan aplikasi PLTS Atap dari 3 konsep pembayaran rekening minimum dan skenario ekspor/impor, adalah sebagai berikut :

Pelanggan PLN R-1 1300 VA	No.	Skenario Ekspor/Impor	Konsep Pembayaran Rekening Minimal	Pay Back Period (PBP)	Keterangan
	1	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018	40 Jam Nyala	12.35	Kondisi BAU
	2	100% ekspor x TDL	40 Jam Nyala	9.64	PBP terendah konsep 40 jam nyala
	3	100% ekspor x TDL	Rp. 0,-	8.03	PBP terendah konsep Rp. 0,-
	4	100% ekspor x TDL	Tanpa batasan ekspor impor	7.94	PBP terendah konsep tanpa batasan ekspor impor

Pelanggan PLN R-1 2200 VA	No.	Skenario Ekspor/Impor	Konsep Pembayaran Rekening Minimal	Pay Back Period (PBP)	Keterangan
	1	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018	40 Jam Nyala	12.64	Kondisi BAU
	2	100% ekspor x TDL	40 Jam Nyala	11.79	PBP terendah konsep 40 jam nyala
	3	100% ekspor x TDL	Rp. 0,-	8.39	PBP terendah konsep Rp. 0,-
	4	100% ekspor x TDL	Tanpa batasan ekspor impor	7.77	PBP terendah konsep tanpa batasan ekspor impor

Tabel 5.5 Pay Back Period (PBP) terendah pelanggan PLN R-1 dengan aplikasi PLTS Atap.

Pelanggan PLN R-2 3300 VA	No.	Skenario Ekspor/Impor	Konsep Pembayaran Rekening Minimal	Pay Back Period (PBP)	Keterangan
	1	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018	40 Jam Nyala	11.73	Kondisi BAU
	2	100% ekspor x TDL	40 Jam Nyala	8.96	PBP terendah konsep 40 jam nyala
	3	100% ekspor x TDL	Rp. 0,-	7.64	PBP terendah konsep Rp. 0,-
	4	100% ekspor x TDL	Tanpa batasan ekspor impor	7.53	PBP terendah konsep tanpa batasan ekspor impor
Pelanggan PLN R-2 4400 VA	No.	Skenario Ekspor/Impor	Konsep Pembayaran Rekening Minimal	Pay Back Period (PBP)	Keterangan
	1	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018	40 Jam Nyala	11.47	Kondisi BAU
	2	100% ekspor x TDL	40 Jam Nyala	10.28	PBP terendah konsep 40 jam nyala
	3	100% ekspor x TDL	Rp. 0,-	7.54	PBP terendah konsep Rp. 0,-
	4	100% ekspor x TDL	Tanpa batasan ekspor impor	7.14	PBP terendah konsep tanpa batasan ekspor impor
Pelanggan PLN R-2 5500 VA	No.	Skenario Ekspor/Impor	Konsep Pembayaran Rekening Minimal	Pay Back Period (PBP)	Keterangan
	1	PERMEN ESDM nomor 49 tahun 2018	40 Jam Nyala	11.64	Kondisi BAU
	2	100% ekspor x TDL	40 Jam Nyala	10.85	PBP terendah konsep 40 jam nyala
	3	100% ekspor x TDL	Rp. 0,-	7.67	PBP terendah konsep Rp. 0,-
	4	100% ekspor x TDL	Tanpa batasan ekspor impor	7.10	PBP terendah konsep tanpa batasan ekspor impor

Tabel 5.6 Pay Back Period (PBP) terendah pelanggan PLN R-2 dengan aplikasi PLTS Atap.

4. Sistem ekspor/impor dengan skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018, 85% ekspor x TDL dan 100% ekspor x TDL ada kecenderungan wilayah Jawa/Bali dapat menurunkan biaya rekening dan penghematan yang lebih besar dibandingkan dengan wilayah Sumatera, Sulawesi, Kalimantan, Maluku/NTB/NTT/Papua.
5. Sistem ekspor/impor dengan skenario PERMEN ESDM no. 50 tahun 2017 dan 100% ekspor x harga BPP setempat memiliki kecenderungan wilayah Jawa/Bali memiliki penurunan dan penghematan biaya rekening lebih kecil dibandingkan wilayah Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku/ NTB/ NTT/Papua.
6. Penurunan dan Penghematan biaya rekening paling rendah adalah skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala (Business as Usual – BaU Condition) dimana skenario dan konsep ini memiliki pay back period paling rendah 12 tahun untuk seluruh pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2.
7. Penurunan dan Penghematan biaya rekening paling tinggi adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep tanpa batasan ekspor/impor dimana skenario dan konsep ini memiliki PBP paling rendah yaitu kurang dari 9 tahun bahkan untuk tipe R-2 kurang dari 8 tahun.
8. Dengan konsep pembayaran rekening minimum 40 jam nyala penurunan dan penghematan biaya rekening relatif masih rendah sehingga PBP masih relatif lama (diatas 10 tahun) untuk semua skenario dan tipe sambungan R-1 dan R-2. Skenario yang paling baik untuk konsep ini adalah 100% ekspor x TDL dan 100% ekspor x BPP setempat. Namun konsep ini sangat tidak cocok untuk Provinsi dengan konsumsi listrik PLN yang rendah seperti pelanggan PLN 1300 VA dan 2200 VA Provinsi NTT serta pelanggan PLN 3300 VA, 4400 VA dan 5500 VA Provinsi NAD karena Provinsi dengan konsumsi listrik PLN yang rendah jika di aplikasikan PLTS Atap kemungkinan besar biaya listrik akan turun dibawah biaya rekening 40 jam nyala, bahkan dimungkinkan produksi energi PLTS Atap terjadi surplus.

9. Dengan konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- penurunan dan penghematan biaya rekening relatif tinggi sehingga PBP relatif lebih cepat (dibawah 10 tahun) kecuali skenario PERMEN ESDM no. 49 tahun 2018 PBP masih mencapai 11 tahun untuk semua tipe R-1 dan R-2. Paling baik untuk konsep ini adalah skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan PBP kurang dari 10 tahun bahkan untuk R-2 mendekati 7 tahun.
10. Keekonomian aplikasi PLTS Atap antar kapasitas daya tersambung dari pelanggan PLN menunjukkan semakin besar kapasitas daya tersambung maka penghematan semakin lebih baik namun PBP tidak serta merta berbanding lurus dengan besarnya kapasitas daya tersambung.
11. Aplikasi PLTS antar negara Asean Indonesia jauh lebih tertinggal dibanding dengan Thailand, Philipina dan Malaysia dan dari segi regulasi Indonesia relatif sering berubah dan kurang menarik bagi pengguna/investor PLTS.

5.2 Saran

Saran dalam peneltian tesis ini diberikan untuk memenuhi kepentingan dan harapan para pemangku kepentingan (stake holder) PLTS Atap, yang meliputi :

1. Pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2
2. Pemerintah (Kementerian ESDM) dan PT. PLN (persero)
3. Pengembang/developer perumahan dan properti lainnya
4. Fabrikan/pengusaha PLTS Atap
5. Penelitian lanjutan untuk peningkatan keekonomian

5.2.1 Saran untuk Pelanggan PLN Tipe R-1 dan R-2

1. Sebelum memasang PLTS Atap pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 dapat melihat potensi energi matahari yang tersedia di wilayah Provinsi masing-masing melalui website geoportal kementerian ESDM sebelum mencari

calon fabrikasi/instalasi PLTS Atap. dan melakukan perhitungan potensi dan analisis keekonomiannya.

2. Pelanggan rumah mempelajari regulasi dan ketentuan yang diberlakukan oleh pemerintah dan PT. PLN untuk keperluan keselamatan dan kelengkapan administrasi perijinan.
3. Dalam pemilihan spesifikasi teknis agar dipastikan produk yang digunakan tersertifikasi oleh badan sertifikasi yang kompeten dan material serta peralatan yang digunakan adalah grade nomor 1 (Tier 1).
4. Pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 sebaiknya tidak perlu ragu dalam aplikasi PLTS Atap karena teknologi PLTS atap saat ini sudah cukup baik dan memiliki life time rata-rata 25 tahun (berdasarkan brosur teknis) , jika perhitungan PBP berkisar 10 tahun masih tersedia waktu 15 tahun untuk menikmati penghematan biaya rekening yang kemungkinan besar ditahun mendatang akan mengalami kenaikan tarif. Selain itu dengan aplikasi PLTS Atap pelanggan telah berkontribusi mengurangi polusi akibat penggunaan pembangkit listrik PLN yang sebagian besar masih berbasis energi fosil.

5.2.2 Saran untuk Pemerintah dan PT. PLN (Persero)

1. RUEN telah mewajibkan aplikasi PLTS Atap melalui IMB untuk bangunan Gedung Negara, rumah mewah dan apartemen, untuk itu perlu segera ditindaklanjuti dengan PERMEN atau PERDA atau peraturan turunan dibawahnya.
2. Sistem 100% Ekspor x BPP setempat dengan konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- dan dengan memberlakukan kelebihan ekspor akan mengurangi tagihan dibulan berikutnya tanpa di-nol-kan (Re Set) oleh PT. PLN (Persero) dalam periode lebih dari 3 bulan.
3. Penerapkan skenario 100% ekspor x BPP setempat dengan konsep pembayaran rekening minimum Rp. 0,- atau konsep tanpa batasan

ekspor/impor untuk kompensasi kerugian PLN karena menanggung beban titip energi PLTS di jaringan ataupun selisih biaya pembangkitan dari PLTS Atap dan pembangkit PLN maka perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai besar biaya yang harus di tanggung PLN tersebut dan bila perlu biaya tersebut dapat dikompensasi oleh pemerintah dari dana credit carbón karena penggunaan karena penggunaan PLTS Atap dan keuntungan dari penghematan energi fosil yang diimpor oleh pemerintah.

4. Biaya rekening minimum (mínimum charge) 40 jam nyala perlu distudi ulang bagi pelanggan PLN yang mengaplikasikan PLTS Atap atau jenis energi terbarukan lainnya, dimana efek penghematan yang ditimbulkan tentunya akan memberikan efek positif terhadap pengurangan polusi karena penggunaan energi fosil yang polutif dari pembangkit PLN untuk itu perlu dipertimbangkan dan dikaji mengenai sistem insentif untuk pengguna PLTS Atap On Grid.

5.2.3 Saran untuk Pengembang Perumahan dan Properti

Untuk menarik konsumen pengembang perlu bekerjasama dengan pihak financing RE dan fabrikasi PLTS atap untuk menerapkan skema biaya instalasi PLTS Atap seolah-olah tidak menjadi beban konsumen tetapi di bayar dengan selisih penghematan energi dengan grace period dibawah 10 tahun. Untuk hal ini sebaiknya perlu dilakukan studi kelayakan (feasibility study) lebih lanjut oleh pihak pengembang bekerjasama dengan fabrikasi solar PV dan perusahaan financing atau perbankan.

5.2.4 Saran untuk Fabrikasi/Pengusaha PLTS Atap

1. Secara keekonomisan R-2 lebih menarik dari pada R-1 karena PBP lebih pendek namun secara total daya tersambung volume R-1 jauh lebih besar dari R-2 hal ini sangat menarik untuk market bagi produsen dan fabrikasi PLTS Atap. Namun demikian daya beli pelanggan PLN R-1 lebih rendah

dibanding pelanggan R-2 perlu distudi lebih lanjut sistem aplikasi PLTS Atap untuk pelanggan PLN 1300 VA dengan sistem mikro Off Grid dimana memasang PLTS Atap dengan kapasitas untuk kebutuhan listrik pada siang hari untuk peralatan yang frekuensi nyala tinggi dan diinterkoneksi dengan sumber PLN setelah kWh meter. Dengan demikian dapat diaplikasikan PLTS Atap dengan kapasitas relatif kecil dengan harga terjangkau.

2. Perlu dilakukan studi untuk pemanfaatan lahan fasilitas bekerjasama dengan pengembang perumahan dan properti, untuk mengembangkan PLTS terpusat dan energi PLTS di salurkan ke pelanggan PLN dengan sistem ekspor/impor ke grid PLN dengan skema bisnis sistem bagi hasil dari prosentase penghematan biaya rekening PLN.

5.2.5 Saran Penelitian Lanjutan untuk Peningkatan Keekonomian

Penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan keekonomian PLTS Atap perlu dilakukan, antara lain :

1. Penelitian untuk menentukan besarnya biaya untuk kompensasi kompensasi penghilangan faktor pengali ekspor energi PLTS Atap sebesar 65% dan minimum charge 40 jam nyala terhadap timbulnya polusi dan kompensasi kredit karbon karena aplikasi PLTS Atap agar pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 memiliki ketertarikan untuk aplikasi PLTS Atap.
2. Penelitian untuk mencari korelasi antara profile beban konsumsi listrik harian pelanggan PLN tipe R-1 dan R-2 terhadap profile produksi PLTS Atap harian di daerah Kabupaten/Kota untuk mencari seberapa besar kapasitas PLTS Atap yang harus terpasang agar tercapai keekonomian yang optimum.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai potensi aplikasi PLTS Atap dengan kapasitas lebih besar dari R-1 dan R-2 yaitu pelanggan PLN di atas 5500 VA mengingat adanya kecenderungan penghematan yang lebih baik

dengan kapasitas daya tersambung yang lebih besar untuk melihat adanya potensi PBP yang lebih rendah.

4. Perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam mengenai ketertinggalan Indonesia dalam aplikasi PLTS di antara negara – negara anggota ASEAN terutama Thailand, Philipina dan Malaysia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. A. Handayani and D. Ariyanti, "Potency of Solar Energy Applications in Indonesia," *Int. J. Renew. Energy Dev.*, vol. 1, no. 2, p. 33, 2019.
- [2] Pemerintah Republik Indonesia, *Peraturan Presiden nomor 22 tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi nasional*. 2017.
- [3] PT Perusahaan Listrik Negara (Persero), "DISEMINASI RUPTL 2019-2028 PT PLN (Persero)," no. 39, 2019.
- [4] Kementerian ESDM Republik Indonesia, "Laporan Kinerja Tahun 2018 Kementerian ESDM RI," 2018.
- [5] Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral RI, *Peraturan Menteri ESDM no. 49 Tahun 2018 Tentang Penggunaan Sistem PLTS Atap Oleh Konsumen PT. PLN (Persero)*. 2018.
- [6] Perusahaan Listrik Negara, "Statistik PLN 2017," 2018.
- [7] Kasubdit Implementasi Pengembangan Aneka EBT - KESDM, "KEBIJAKAN DAN IMPLEMENTASI Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap (PLTS ATAP)," Semarang, 2019.
- [8] M. Rumbayan, A. Abudureyimu, and K. Nagasaka, "Mapping of solar energy potential in Indonesia using artificial neural network and geographical information system," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 16, no. 3, pp. 1437–1449, 2012.
- [9] Radu D. Rugescu, *Solar Energy*. India: Intech Intech, 2010.
- [10] U. PT. PLN UID Jateng & DI Yogyakarta, Bidang Niaga dan Pelayanan Pelanggan Induk, "Implementasi Permen ESDM no. 49 tahun 2018 tentang penggunaan sistem PLTS Atap oleh Konsumen PLN," 2019.
- [11] B. D. Sharma, "Rooftop Solar PV Power : Potential , Growth and Issues related to Connectivity and Metering," no. January, 2015.
- [12] E. Hamdi, "Indonesia's Solar Policies Designed to Fail ?," no. February,

pp. 1–30, 2019.

- [13] I. N. Ketut Sugirianta, Ida Bagus Giriantari, IAD Satya Kumara, “Analisa Keekonomian Tarif Penjualan Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1 MWp Bangli Dengan Metode Life Cycle Cost,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 15, no. 2, pp. 121–126, 2017.
- [14] N. A. Wicaksono, “Analisis Program Insentif dan Dis - Insentif Tarif Listrik,” *J. Kebijak. energi*, no. 25 Maret 2006, pp. 1–19, 2008.
- [15] S. Robertsson, “Southeast Asian Solar: Market Outlook and Policy Overview Introduction to The Lantau Group,” no. August, 2017.
- [16] A. M. Ismail, R. Ramirez-Iniguez, M. Asif, A. B. Munir, and F. Muhammad-Sukki, “Progress of solar photovoltaic in ASEAN countries: A review,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 48, pp. 399–412, 2015.