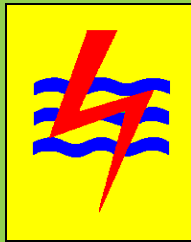
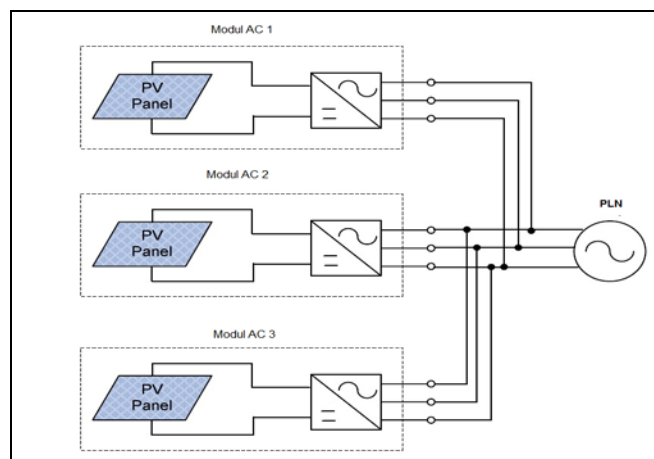


**PT PLN (PERSERO)**



**KEPUTUSAN DIREKSI PT PLN (PERSERO)**

**NOMOR : 0357.K/DIR/2014**



**TENTANG**

**PEDOMAN PENYAMBUNGAN PEMBANGKIT LISTRIK  
ENERGI TERBARUKAN KE SISTEM DISTRIBUSI PLN**

# PT PLN (PERSERO)

## PERATURAN DIREKSI PT PLN (PERSERO)

NOMOR : 0357.K/DIR/2014

### TENTANG

#### PEDOMAN PENYAMBUNGAN PEMBANGKIT LISTRIK ENERGI TERBARUKAN KE SISTEM DISTRIBUSI PLN

#### DIREKSI PT PLN (PERSERO)

- Menimbang :
- a. bahwa dalam rangka mendorong masuknya pembangkit listrik energi terbarukan untuk menggantikan pembangkit listrik dengan bahan bakar minyak, maka pemerintah Republik Indonesia melalui Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral telah menerbitkan peraturan perundang-undangan terkait tata cara pembelian energi terbarukan;
  - b. bahwa sampai dengan saat ini belum ada ketentuan yang jelas dan rinci serta komprehensif terkait dengan pedoman penyambungan pembangkit listrik energi terbarukan ke sistem distribusi PLN, sehingga masing-masing Unit PLN Wilayah/Distribusi selama ini menerapkan ketentuan yang tidak seragam dalam menindaklanjuti permintaan penyambungan pembangkit listrik energi terbarukan ke sistem Distribusi PLN;
  - c. bahwa dengan semakin meningkatnya permintaan pihak pengembang atau pelaku usaha pembangkit listrik energi terbarukan yang akan menyalurkan energi ke sistem Distribusi PLN melalui transaksi jual beli, maka perlu adanya pengaturan yang dipergunakan sebagai Pedoman Penyambungan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan ke Sistem Distribusi PLN;
  - d. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, b dan c di atas, perlu menetapkan Peraturan Direksi PT PLN (Persero) tentang Pedoman Penyambungan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan ke Sistem Distribusi PLN.
- Mengingat
- 1. Undang-Undang RI Nomor 19 Tahun 2003 tentang Badan Usaha Milik Negara;
  - 2. Undang Undang RI Nomor 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas;
  - 3. Undang Undang RI Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan;
  - 4. Peraturan Pemerintah RI Nomor 23 tahun 1994 tentang Pengalihan Bentuk Perusahaan Umum (Perum) Listrik Negara menjadi Perusahaan Perseroan (Persero);
  - 5. Peraturan Pemerintah RI Nomor 45 Tahun 2005 tentang Pendirian, Pengurusan dan Pembubaran Badan Usaha Milik Negara;
  - 6. Peraturan Pemerintah RI Nomor 14 Tahun 2012 tentang Kegiatan Usaha Penyediaan Tenaga Listrik sebagaimana diubah dengan Peraturan Pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2014;
  - 7. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 04 Tahun 2012 tentang Harga Pembelian Tenaga Listrik oleh PT PLN (Persero) dari Pembangkit Listrik yang Menggunakan Energi Terbarukan Skala Kecil dan Menengah atau Kelebihan Tenaga Listrik;

8. Peraturan.

8. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 17 Tahun 2013 tentang Pembelian Tenaga Listrik oleh PT PLN (Persero) dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik;
9. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 19 Tahun 2013 tentang Pembelian Tenaga Listrik oleh PT PLN (Persero) dari Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota;
10. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 12 Tahun 2014 tentang Pembelian Tenaga Listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Air oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero);
11. Anggaran Dasar PT PLN (Persero);
12. Keputusan Menteri Badan Usaha Milik Negara Nomor KEP-252/MBU/2009 jo Keputusan Menteri Negara Badan Usaha Milik Negara Nomor KEP-224/MBU/2011 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Anggota-Anggota Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara;
13. Keputusan Menteri Badan Usaha Milik Negara Nomor SK-179/MBU/2013 tentang Pemberhentian, Perubahan Nomenklatur Jabatan dan Pengangkatan Anggota-Anggota Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara;
14. Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 001.K/030/DIR/1994 tentang Pemberlakuan Peraturan Sehubungan Dengan Pengalihan Bentuk Hukum Perusahaan;
15. Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 304.K/DIR/2009 tentang Batasan Kewenangan Pengambilan Keputusan di Lingkungan PT PLN (Persero) sebagaimana telah beberapa kali diubah, terakhir dengan Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 0313.K/DIR/2014;
16. Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 023.K/DIR/2012 tentang Organisasi dan Tata Kerja PT PLN (Persero) sebagaimana telah diubah dengan Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 273.K/DIR/2013 dan Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 0443.K/DIR/2013;
17. Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 0638.K/DIR/2013 tentang Penetapan Peraturan Direksi PT PLN (Persero) Sebagai Bentuk Peraturan Yang Memuat Materi Yang Sifatnya Mengatur.

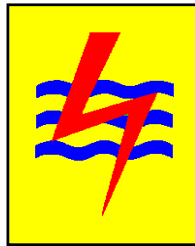
MEMUTUSKAN :

- MENETAPKAN : PERATURAN DIREKSI PT PLN (PERSERO) TENTANG PEDOMAN PENYAMBUNGAN PEMBANGKIT LISTRIK ENERGI TERBARUKAN KE SISTEM DISTRIBUSI PLN
- PERTAMA : Pedoman Penyambungan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Ke Sistem Distribusi PLN adalah sebagaimana Lampiran Peraturan ini.
- KEDUA : Pada saat Peraturan ini mulai berlaku, maka ketentuan-ketentuan lain yang bertentangan dengan Peraturan ini dinyatakan tidak berlaku.

Peraturan ini mulai berlaku terhitung sejak tanggal ditetapkan

Ditetapkan di Jakarta  
pada tanggal 22 Juli 2014





**PT. PLN (PERSERO)**  
**JALAN TRUNOJOYO BLOK M 1/135 – KEBAYORAN BARU – JAKARTA 12160**

**PEDOMAN PENYAMBUNGAN PEMBANGKIT LISTRIK  
ENERGI TERBARUKAN KE SISTEM DISTRIBUSI PLN**

**Juli 2014**

### **Catatan Penting**

Edisi Pertama pedoman ini disusun oleh Kelompok Kerja Penyambungan Pembangkit Distribusi PLN, dibantu oleh tenaga ahli dari Indonesia Clean Energy Development (ICED) Project yang disponsori oleh U.S. Agency for International Development (USAID). Pada kesempatan ini Kelompok Kerja ingin mengucapkan terimakasih dan menyampaikan bahwa beberapa persyaratan teknik dan pengujian yang ditetapkan dalam Pedoman diadopsi atau dimodifikasi dari standar/praktek internasional seperti tertera pada Daftar Pustaka.

### **Revisi Pedoman**

Edisi Pertama pedoman ini mencerminkan kemajuan dalam Sistem dan Teknologi Pembangkit Listrik Energi Terbarukan dan tingkat penetrasi Pembangkit Listrik Energi Terbarukan yang masih rendah saat ini pada sistem tenaga listrik PLN. Karena teknologi dan penetrasi energi terbarukan terus berkembang dan meningkat di masa mendatang, pedoman ini harus secara berkala direvisi dan diperbaharui.

### **Revisi**

<b>Tanggal</b>	<b>Versi</b>	<b>Catatan</b>
(masukkan tanggal adopsi)	Revisi No. 0	Dokumen Baru
(masukkan tanggal)	Revisi No. 1	(Ringkasan alasan revisi)

### **Tim Penyusun**

Oman Sumantri (DIVDIS-IB), Dany Embang (DIVDIS-IB), Umar Rosadi (DIV DIS-IB), Hamsyah Trirohadi (DIVDIS-IT), Anang Yahmadi (DIVEBT), Kriswanto (DIVSIS), Suparje Wardiyono (DIVRET), Purnomo (SPKK), Agus Yogiarto (PLN Puslitbang), Campy Hidayat (PLN Jaser)

### **Nara Sumber**

Harry Hartoyo, Moch. Sofyan, Daniel S. Bangun, Michael Cheng dkk. (Tim USAID – ICED)

## Daftar Singkatan

<b>AC</b>	<i>Alternating Current</i>
<b>IEC</b>	<i>International Electrotechnical Commission</i>
<b>IEEE</b>	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
<b>CFS</b>	<i>Connection Facilities Study, atau Connection Feasibility Study</i>
<b>COD</b>	<i>Commercial Operation Date</i>
<b>CT</b>	<i>Current Transformer</i>
<b>CTR</b>	<i>Connection Technical Requirements</i>
<b>DC</b>	<i>Direct Current</i>
<b>EPC</b>	<i>Engineering, Procurement and Construction</i>
<b>FS</b>	<i>Feasibility Study</i>
<b>KW</b>	Kilo Watt
<b>KV</b>	Kilo Volt
<b>KKF</b>	Kajian Kelayakan Finansial
<b>KKO</b>	Kajian Kelayakan Operasi
<b>MW</b>	Megawatt
<b>PJBL</b>	Perjanjian Jual Beli Tenaga Listrik
<b>PLN</b>	PT PLN (Persero)
<b>PLT EBT</b>	Pembangkit Listrik Tenaga Energi Terbarukan
<b>PMT</b>	Pemutus Tenaga
<b>p.u.</b>	per unit
<b>Rp</b>	Rupiah (mata uang Indonesia)
<b>SCCR</b>	<i>Short Circuit Contribution Ratio</i>
<b>SNI</b>	Standar Nasional Indonesia
<b>SPLN</b>	Standar PLN
<b>UKL/UPL</b>	Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup/Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup
<b>UL</b>	<i>Underwriters Laboratories, Inc.</i>
<b>V</b>	Volt
<b>VT</b>	<i>Voltage transformer</i>

## DAFTAR ISI

<b>1.</b>	<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1	Tujuan Pedoman.....	1
1.2	Maksud Pedoman .....	2
1.3	Penggunaan Pedoman .....	2
1.4	Batasan Pedoman .....	2
1.5	Definisi.....	3
1.6	Peraturan, Standar dan Aturan di dalam Pedoman.....	9
<b>2.</b>	<b>PERATURAN UMUM, HAK DAN KEWAJIBAN.....</b>	<b>10</b>
2.1	Otorisasi Pengoperasian .....	10
2.2	Perjanjian Terpisah yang dibutuhkan untuk Jasa Lain dari PLN.....	10
2.3	Mematuhi Hukum dan Peraturan yang berlaku .....	10
2.4	Review Desain dan Pemeriksaan .....	10
2.5	Hak Akses .....	11
2.6	Kerahasiaan Informasi .....	11
2.7	Pengoperasian dan Pemeliharaan.....	11
2.8	Pembatasan dan Pemutusan Tenaga Listrik.....	11
<b>3.</b>	<b>PROSEDUR REVIEW DAN PERSETUJUAN UNTUK APLIKASI PENYAMBUNGAN PLT EBT DAN PEMBELIAN TENAGA LISTRIK .....</b>	<b>12</b>
3.1	Aplikasi Penyambungan PLT EBT dan Proses Pembelian Tenaga Listrik .....	12
3.2	Aplikasi Penyambungan PLT EBT .....	15
3.3	Verifikasi dan Studi Aplikasi Penyambungan .....	16
3.4	Lingkup Review dan Studi Aplikasi Penyambungan PLT EBT .....	18
	3.4.1 Pemeriksaan Aplikasi Penyambungan yang Memenuhi Syarat Proses Fast Track.....	19
	3.4.2 Review/Studi Standar dari Aplikasi Penyambungan.....	23
	3.4.3 Implementasi dan Tanggung Jawab Biaya Review dan Studi Penyambungan .....	26
3.5	Kesesuaian dengan Proses Review dan Persetujuan Pemerintah terhadap Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Jenis Khusus .....	26
	3.5.1 Aplikasi Penyambungan dan Persyaratan Studi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (sampai dengan kapasitas 10 MW).....	27
	3.5.2 Aplikasi Penyambungan dan Persyaratan Studi Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota (sampai dengan kapasitas 10 MW) .....	28
	3.5.3 Aplikasi Penyambungan dan Persyaratan Studi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik.....	29
3.6	Kajian Kelayakan Pembelian Tenaga Listrik dari Usulan PLT EBT .....	30



3.6.1	Kajian Kelayakan Operasi (KKO) .....	30
3.6.2	Kajian Kelayakan Finansial/Keuangan (KKF).....	30
3.6.3	Kajian Risiko .....	31
3.7	Tanggung Jawab dan Alokasi Biaya Fasilitas Penyambungan dan Perbaikan Fasilitas Sistem Distribusi .....	31
<b>4.</b>	<b>PERSYARATAN-PERSYARATAN TEKNIK PLT EBT .....</b>	<b>32</b>
4.1	Persyaratan Fungsi Proteksi .....	32
4.1.1	Fungsi Trip Tegangan Lebih atau Tegangan Kurang dan Frekuensi .....	33
4.1.2	Fungsi Penginderaan Tegangan dan Frekuensi serta Waktu Tunda.....	33
4.1.3	<i>Anti-Islanding</i> .....	33
4.1.4	Deteksi Gangguan Jaringan Distribusi .....	33
4.1.5	Persyaratan <i>Transfer Trip</i> .....	33
4.1.6	Alat Pemutus Interkoneksi Manual .....	34
4.1.7	<i>Surge Withstand Capability</i> (Kemampuan Ketahanan terhadap Surja) .....	34
4.1.8	Paralatan Paralel .....	34
4.1.9	<i>Reclose Blocking</i> .....	34
4.1.10	Peralatan Tambahan yang Diperlukan .....	34
4.1.11	Proteksi Cadangan .....	34
4.1.12	Perubahan Sistem Proteksi .....	35
4.2	Persyaratan Fungsi Pencegahan Interferensi Sistem.....	35
4.2.1	Pengaturan Tegangan .....	35
4.2.2	Respon terhadap Tegangan Abnormal.....	35
4.2.3	Respon terhadap Frekuensi Abnormal .....	36
4.2.4	Sinkronisasi .....	37
4.2.5	<i>Flicker</i> .....	37
4.2.6	Harmonisa .....	38
4.2.7	Faktor Daya .....	38
4.2.8	Ketentuan Peralihan .....	39
4.3	Persyaratan Teknik Spesifik Teknologi Pembangkit .....	39
4.3.1	Generator Sinkron .....	39
4.3.2	Generator Induksi .....	39
4.3.3	PLT EBT Berbasis Inverter .....	40
4.4	Persyaratan tambahan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu .....	40
4.4.1	Tipe I - Generator Induksi dengan Kecepatan Tetap .....	40
4.4.2	Tipe II - Generator Induksi dengan Kecepatan Variabel Terbatas.....	41
4.4.3	Tipe III – Generator Induksi <i>Doubly-Fed</i> dengan Konverter Frekuensi Skala Parsial .....	41
4.4.4	Tipe IV- Mesin Sinkron Kecepatan Variabel dengan <i>Full-Power Converter Interface</i> .....	42

4.4.5	Persyaratan Tambahan Khusus .....	42
4.5	Persyaratan Teknik Tambahan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik ....	43
4.5.1	Konfigurasi Inverter Terpusat .....	44
4.5.2	Konfigurasi Inverter Individual String .....	45
4.5.3	Konfigurasi Multi - String Inverter .....	45
4.5.4	Konfigurasi Inverter Modul AC .....	46
4.5.5	Persyaratan teknik tambahan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik.....	47
4.6	Metering, Monitoring dan Telemetering.....	48
4.6.1	Persyaratan Umum .....	48
4.6.2	Metering oleh Pihak Non PLN.....	48
4.6.3	Telemetering.....	48
4.6.4	Lokasi Metering .....	48
4.6.5	Biaya Metering.....	48
4.7	Persyaratan Komunikasi.....	48
<b>5.</b>	<b>PENGUJIAN, SERTIFIKASI DAN KOMISIONING .....</b>	<b>49</b>
5. 1	Peralatan Penyambungan Bersertifikat & Tidak Bersertifikat.....	49
5.1.1	Peralatan Bersertifikat .....	49
5.1.2	Peralatan Tidak Bersertifikat.....	50
5. 2	Uji Jenis.....	50
5. 3	Uji Produksi .....	51
5. 4	Uji Komisioning.....	52
5.4.1	Umum.....	52
5.4.2	Prosedur Pengujian.....	52
5. 5	Uji Berkala .....	53
<b>6.</b>	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>54</b>
<b>Lampiran A: Aplikasi Penyambungan PLT EBT (Untuk Kapasitas Pembangkit Tidak Lebih Besar Dari 10 MW).....</b>		<b>55</b>
<b>Lampiran B : Perbandingan Persyaratan Teknik Pedoman dan Aturan Distribusi Tenaga Listrik Indonesia.....</b>		<b>64</b>

## 1. PENDAHULUAN

Pedoman ini menjelaskan prosedur aplikasi, review, dan persetujuan, serta persyaratan teknik untuk penyambungan PLT EBT ke Sistem Distribusi PLN. Dengan mengikuti dan memenuhi persyaratan yang ditentukan di dalam Pedoman, maka PLN akan mengizinkan PLT EBT terhubung ke Sistem Distribusi PLN.

Pemerintah Indonesia memiliki kebijakan untuk mempromosikan pengembangan PLT EBT untuk diversifikasi sumber energi primer pembangkit listrik dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Permen No. 4/ESDM/2012 tentang "Harga Pembelian Tenaga Listrik oleh PT PLN (Persero) dari Pembangkit Listrik yang Menggunakan Energi Terbarukan Skala Kecil dan Menengah atau Kelebihan Tenaga Listrik", Permen No.17/ESDM/2013 tentang "Pembelian Tenaga Listrik oleh PT PLN (Persero) dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik", Permen No.19/ESDM/2013 tentang "Pembelian Tenaga Listrik oleh PT PLN (Persero) dari Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota", dan Permen No. 12/ESDM/2014 tentang "Pembelian Tenaga Listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (hingga 10 MW) oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero)", menetapkan bahwa PLN harus membeli listrik dari PLT EBT yang berkualitas, guna memperkuat sistem penyediaan tenaga listrik setempat. Persyaratan ini juga berlaku untuk pemakai PLT EBT yang memiliki kelebihan tenaga listrik dan berkeinginan menjual kelebihan tenaga listrik tersebut ke PLN. Peraturan ini juga menjadi pedoman PLN untuk menandatangani Perjanjian Pembelian Tenaga Listrik (PJBL) dengan perusahaan pemilik PLT EBT dan menghubungkan PLT EBT ke Sistem Distribusi PLN. Tarif *feed-in* tenaga listrik dari PLT EBT yang akan dibeli PLN, ditetapkan oleh Menteri ESDM.

PLT EBT yang terhubung ke Sistem Distribusi, jika tidak didesain dan dioperasikan dengan baik, dapat mempengaruhi keselamatan, keandalan dan kualitas daya listrik pada Sistem Distribusi PLN.

### 1.1 Tujuan Pedoman

Pedoman ini dibuat untuk memfasilitasi PLN dalam melaksanakan kebijakan Pemerintah dan peraturan tentang penyambungan dan pengadaan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan. Pedoman ini memberikan prosedur yang transparan dan efisien untuk mempersiapkan, mengkaji, dan menyetujui aplikasi penyambungan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan, dan menetapkan persyaratan teknik untuk PLT EBT yang dihubungkan ke Sistem Distribusi PLN. Tujuan keseluruhan dari Pedoman ini adalah untuk memastikan bahwa Penyambungan dan Operasi Paralel PLT EBT tidak berdampak negatif terhadap keselamatan, keandalan dan kualitas daya listrik pada Sistem Distribusi PLN.

## 1.2 Maksud Pedoman

Pedoman ini dimaksudkan untuk : (i) menyediakan prosedur yang efisien kepada (a) Pengembang PLT EBT dalam mempersiapkan dan mengajukan Aplikasi Penyambungan PLT EBT ke Sistem Distribusi PLN, dan (b) PLN dalam memeriksa, menganalisa dan menyetujui Aplikasi Penyambungan, dan (ii) menetapkan persyaratan teknis untuk penyambungan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan.

Pedoman ini dimaksudkan untuk digunakan oleh PLN Wilayah atau Distribusi. Pedoman ini memberikan informasi yang berguna bagi Pengembang PLT EBT untuk memahami dengan jelas tentang prosedur dan persyaratan teknis penyambungan ke Sistem Distribusi PLN, sehingga Pengembang dapat mempertimbangkan persyaratan teknis dan biaya yang diperlukan, terkait perencanaan dan desain Pembangkit Listrik Energi Terbarukan. Pedoman ini juga berguna bagi pemangku kepentingan industri termasuk produsen dan pemasok peralatan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan, perusahaan perancang dan enjiniring sistem fasilitas penyambungan, serta lembaga pengujian dan sertifikasi.

## 1.3 Penggunaan Pedoman

Pedoman ini digunakan untuk PLT EBT dengan total kapasitas terpasang sampai dengan 10 MW, dihubungkan pada Titik Sambung dan beroperasi paralel dengan Sistem Distribusi Radial PLN pada tegangan 20 kV atau lebih rendah. PLT EBT mengacu pada Permen No. 4/ESDM/2012, Permen No. 17/ESDM/2013, Permen No. 19/ESDM/2013, dan Permen No. 12/ESDM/2014. Pedoman ini berlaku untuk PLT EBT baru milik *Independent Power Producer* (IPP) dan konsumen yang memiliki PLT EBT yang ingin menjual kelebihan tenaga listriknya (*excess power*) ke PLN.

Pedoman ini juga digunakan untuk Penggantian Komponen Utama atau modifikasi PLT EBT eksisting yang sudah terhubung ke Sistem Distribusi PLN, serta Penggantian Komponen Utama atau modifikasi PLT EBT yang PJBL-nya telah ditandatangani sebelum tanggal berlaku Pedoman tetapi belum sepenuhnya dilaksanakan.

Pedoman ini juga berlaku untuk PLT EBT milik PLN.

## 1.4 Batasan Pedoman

Batasan Pedoman meliputi:

- a) Pedoman ini tidak dimaksudkan sebagai spesifikasi desain Pembangkit Listrik Energi Terbarukan.
- b) Pedoman ini tidak menggantikan persyaratan PLT EBT lainnya termasuk, tetapi tidak terbatas pada, PJBL, tarif listrik, atau persyaratan teknik penyambungan dan operasi dengan PLN.

- c) Pedoman ini berlaku efektif sejak tanggal ditetapkan dan berlaku untuk semua PLT EBT baru yang akan disambungkan sejak tanggal tersebut.
- d) PJBL PLT EBT yang ditandatangani untuk penyambungan ke Sistem Distribusi PLN sebelum tanggal berlaku Pedoman harus mematuhi persyaratan penyambungan sebelumnya.
- e) Persyaratan teknis penyambungan yang tercakup dalam Pedoman ini tidak berlaku pada sistem jaringan listrik yang terisolasi (tidak terhubung dengan sistem Distribusi PLN). Di samping persyaratan fungsi proteksi dasar yang ditentukan dalam Pedoman ini, juga diperlukan suatu studi rinci untuk menentukan pengatur daya tambahan (*additional power controllers*) yang meliputi sistem penyimpanan energi (*energy storage systems*) dan sistem manajemen daya (*power management system*).
- f) Pedoman ini tidak untuk menggantikan Aturan Distribusi Tenaga Listrik.
- g) Pedoman ini tidak untuk menggantikan kewajiban lain untuk mendapatkan Sertifikat Layak Operasi (SLO).
- h) Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik, Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota dan Pembangkit Listrik Tenaga Air sampai dengan kapasitas 10 MW, harus mematuhi prosedur aplikasi, review dan persetujuan serta jadwal yang diatur dalam Permen No. 17/ESDM/2013, Permen No. 19/ESDM/2013, dan Permen No. 12/ESDM/2014. Namun, studi penyambungan dan persyaratan teknis yang ditentukan di dalam Pedoman ini harus berlaku juga untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik, Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota, dan Pembangkit Listrik Tenaga Air.
- i) Aplikasi penyambungan, review PLN, dan persyaratan teknis dalam Pedoman ini berlaku untuk sistem *rooftop* surya fotovoltaik. Sistem *rooftop* surya fotovoltaik harus memenuhi syarat untuk review fast-track PLN. Namun proses pembelian langsung tenaga listrik dalam Pedoman ini tidak berlaku untuk sistem *rooftop* surya fotovoltaik karena belum ada tarif *feed-in* yang telah ditetapkan.
- j) Aplikasi penyambungan, review PLN, dan persyaratan teknik dalam Pedoman ini berlaku untuk Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) dengan daya tidak lebih besar dari 10 MW untuk dihubungkan ke sistem distribusi PLN. Namun, pembelian listrik tenaga panas bumi harus mematuhi peraturan tentang pembelian listrik tenaga panas bumi.

## 1.5 Definisi

**Analisa Kelayakan Pengadaan Tenaga Listrik oleh PLN (terhadap usulan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan):** Penilaian umum pengadaan tenaga listrik oleh PLN terhadap usulan PLT EBT yang mencakup, tetapi tidak terbatas pada KKO, KKF dan analisa dampak lingkungan hidup dalam pengadaan tenaga listrik yang diusulkan sebagai alternatif pasokan tenaga listrik PLN.

**Anti-islanding:** Skema kontrol sebagai bagian dari PLT EBT atau Fasilitas Penyambungan untuk mencegah pembentukan *Unintended Island*.

**Aplikasi:** Formulir standar permohonan untuk penyambungan PLT EBT yang disertakan dalam Pedoman, dilengkapi dan diserahkan oleh Pengembang PLT EBT untuk penyambungan ke Sistem Distribusi PLN.

**Auto-recloser:** Perangkat listrik pada Sistem Distribusi untuk mendeteksi dan melepaskan bagian hilir ketika terjadi gangguan dan secara otomatis menyambungkan kembali ke sistem setelah waktu tertentu.

**Commercial Operation Date (COD):** Tanggal PLT EBT diizinkan beroperasi komersial ke Sistem Distribusi PLN.

**Cut-off Wind Speed (Istilah pada turbin angin) :** Kecepatan angin maksimum pada ketinggian *hub* turbin angin didesain untuk menghasilkan energi, dan tidak dapat beroperasi dengan aman melampaui tingkat kecepatan ini, sekitar 25 meter per detik.

**Darurat:** Kondisi aktual atau yang akan terjadi atau situasi yang membahayakan integrasi Sistem Distribusi PLN.

**Distribution Control Center:** Unit PLN yang bertanggung jawab untuk *dispatching*, pemantauan dan pengendalian Sistem Distribusi 20kV atau lebih rendah.

**EBTKE:** Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi

**ESDM:** Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia.

**Fasilitas Penyambungan:** Kabel listrik, Tiang Listrik, PMT (Pemutus Tenaga), PMS (Pemisah), dan peralatan terkait (trafo, switchgear, relai, meter, link komunikasi dan peralatan serta perangkat lainnya) yang diperlukan PLT EBT untuk penyambungan ke Sistem Distribusi PLN. Fasilitas penyambungan dapat berada pada kedua sisi Titik Sambung sesuai tujuan dan desainnya. Fasilitas penyambungan dapat terintegrasi atau disediakan secara terpisah dengan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan.

**Fasilitas Penyambungan di sisi Pengembang:** Seluruh Fasilitas Penyambungan dari PLT EBT milik Pengembang ke Titik Sambung

**Fasilitas Penyambungan di sisi PLN:** Seluruh Fasilitas Penyambungan dari Sistem Distribusi PLN ke Titik Sambung

**Fungsi Proteksi:** Sistem Pengaman Tenaga Listrik, dengan tujuan melindungi Sistem Distribusi PLN dari kondisi dan operasi yang tidak aman, seperti yang dipersyaratkan oleh Pedoman.

**In-rush current (Istilah pada turbin angin):** Arus listrik yang diambil oleh generator induksi selama *start-up* mesin dari Sistem Distribusi, diukur pada saat uji *in-rush current*.

**Island; Islanding:** Kondisi Sistem Distribusi PLN dimana satu atau lebih PLT EBT menyalurkan tenaga listrik ke pelanggan PLN menggunakan sebagian dari Sistem

Distribusi PLN yang secara kelistrikan terisolasi dari sumber Sistem Distribusi PLN lainnya. Kondisi ini tidak diperbolehkan terjadi.

**Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (IUPTL):** Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik yang dikeluarkan oleh ESDM.

**Jaringan distribusi:** Meskipun sering digunakan secara bergantian dengan istilah Sistem Distribusi, maksudnya secara spesifik merujuk hanya pada Sistem Distribusi.

**Kapasitas terpasang:** Total kapasitas terpasang PLT EBT seperti ditentukan oleh pabrikan, yang tertera di *nameplate*.

**Kondisi Operasi Tidak Aman:** Kondisi sistem tenaga listrik yang apabila tidak ditanggulangi dengan benar, dapat menyebabkan hilangnya stabilitas sistem tenaga listrik, kerusakan pada peralatan, kecelakaan bagi manusia, atau beroperasi di luar tolok ukur yang ditetapkan dalam Pedoman.

**Megawatt (MW):** Sama dengan satu juta ( $10^6$ ) Watt.

**Metering:** Pengukuran daya listrik dalam kW dan atau energi dalam kWh dan, jika perlu, daya reaktif dalam kVAR dan atau energi reaktif dalam kVARh, pada suatu titik dan dapat ditampilkan ke PLN seperti yang dipersyaratkan oleh Pedoman ini.

**Non-islanding:** Kondisi yang didesain untuk mendeteksi dan memisahkan PLT EBT dari kondisi *Unintended Islanding* dengan beban dan pembangkitan yang sesuai. Untuk memenuhi syarat sebagai *Non-islanding* tidak cukup hanya bergantung pada tegangan kurang atau tegangan lebih dan frekuensi kurang atau frekuensi lebih.

**Operasi Paralel:** Operasi simultan generator yang terhubung ke sistem listrik PLN dengan output daya disalurkan ke PLN. Maksud Pedoman ini hanya mencakup, operasi paralel PLT EBT yang terhubung ke Sistem Distribusi PLN dengan frekuensi 50 Hz.

**Pedoman :** Pedoman Penyambungan PLT EBT ke Sistem Distribusi PLN (Dokumen ini).

**Pelanggan:** Pembeli tenaga listrik PLN yang merupakan entitas selain Pengembang

**Pembangkit Listrik Tenaga Air Skala Kecil dan Menengah:** Pembangkit listrik yang menggunakan energi tekanan dan kecepatan air untuk menghasilkan tenaga listrik dengan output maksimum 10 MW.

**Pembangkit Listrik Energi Terbarukan (PLT EBT):** Pembangkit Listrik Tenaga Angin, Surya, Air, Biomassa, Panas Bumi atau sumber energi terbarukan lainnya.

**Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB):** Sebuah pembangkit listrik yang mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik. Terdiri dari turbin angin, generator, perangkat otomatis untuk mengendalikan operasi dari turbin angin dan generator, dan bangunan untuk instalasi serta pemeliharaannya.

**Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik:** Pembangkit listrik (biasanya terdiri dari kelompok panel fotovoltaik, peralatan kontrol dan inverter) yang



menghasilkan tenaga listrik dengan mengkonversi radiasi matahari menjadi tenaga listrik (tidak termasuk *rooftop*).

**Pemeriksaan Kelayakan *Fast-Track*:** Sebuah proses untuk memeriksa apakah PLT EBT dengan kapasitas lebih kecil lulus uji beberapa kriteria kelayakan yang telah ditentukan. Lulus uji kelayakan menunjukkan bahwa penyambungan PLT EBT yang diusulkan tidak mungkin berdampak buruk pada PLN Sistem Distribusi, sehingga memenuhi syarat untuk proses *Review/*Penyambungan *Fast-Track*. Jika lulus semua kriteria kelayakan, aplikasi penyambungan yang diusulkan tidak memerlukan Studi Dampak Sistem Distribusi yang rinci, dan dapat langsung dilanjutkan ke Studi Fasilitas Penyambungan.

**Penyambungan atau Sambungan:** Penyambungan listrik dari PLT EBT ke Sistem Distribusi PLN.

**Pengembang, Produsen atau Pemilik:** Perusahaan terdaftar untuk tujuan mengembangkan, memiliki dan mengoperasikan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan.

**Peralatan Bersertifikat:** Peralatan yang telah lulus Uji dan tersertifikasi.

**Peralatan Metering:** Semua peralatan, perangkat keras, dan perangkat lunak termasuk kabinet, *conduit*, dll, yang diperlukan untuk Metering.

**Peralatan Paralel:** Peralatan listrik, biasanya PMT, yang beroperasi atas kendali fungsi sinkronisasi (atau oleh operator berkualifikasi), untuk menghubungkan generator bertegangan ke sistem tenaga listrik bertegangan atau dua sistem tenaga listrik bertegangan satu sama lain.

**Peralatan atau Sistem Penyambungan:** Bagian dari fasilitas penyambungan yang terdiri dari peralatan, perangkat, relai terpasang sebagai fungsi proteksi dan kontrol yang diperlukan sesuai Pedoman, untuk memastikan PLT EBT tidak akan memberikan dampak negatif bagi Sistem Distribusi PLN.

**Perangkat:** Mekanisme atau peralatan yang didesain untuk suatu tujuan atau melakukan suatu fungsi. Istilah ini digunakan secara bergantian dengan istilah "peralatan" dan "fungsi" tanpa perbedaan yang berarti.

**Penggantian Komponen Utama atau Modifikasi (*Major Refurbishment/Modification*):** Perubahan atau perbaikan PLT EBT yang akan mengubah kapasitas pembangkit, atau tegangan penyambungan atau pembangkitan.

**Permen No. 045/ESDM/2005:** Peraturan ESDM tentang Instalasi Ketenagalistrikan.

**Permen No. 4/ESDM/2009:** Peraturan ESDM tentang Aturan Distribusi Tenaga Listrik atau *Distribution Code*

**Permen No. 4/ESDM/2012:** Peraturan ESDM tentang Harga Pembelian Tenaga Listrik oleh PT PLN (Persero) dari Pembangkit Listrik yang Menggunakan Energi Terbarukan Skala Kecil dan Menengah atau Kelebihan Tenaga Listrik



**Permen No. 17/ESDM/2013:** Peraturan ESDM tentang Pembelian Tenaga Listrik oleh PT PLN (Persero) dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik.

**Permen No. 19/ESDM/2013:** Peraturan ESDM tentang Pembelian Tenaga Listrik oleh PT PLN (Persero) dari Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota.

**Permen No. 5/ESDM/2014:** Peraturan ESDM tentang Tatacara Akreditasi dan Sertifikasi Ketenagalistrikan.

**Permen No. 12/ESDM.2014:** Peraturan ESDM tentang Pembelian Tenaga Listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Air oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero).

**Persyaratan Teknik Penyambungan (*Connection Technical Requirement/CTR*):** Persyaratan teknik yang mengatur penyambungan PLT EBT ke Sistem Distribusi PLN sebagaimana diatur dalam lampiran untuk Surat Perjanjian Jual Beli Tenaga Listrik.

**PLN Pusat:** PLN Kantor Pusat yang membawahi semua PLN Wilayah atau Distribusi

**PLN Wilayah atau Distribusi:** PLN Unit Pelaksana Induk yang meliputi PLN Wilayah dan PLN Distribusi.

**Praktik Kelistrikan dengan Tata Kelola yang baik dan benar:** Semua praktik, metode, dan peralatan yang biasanya digunakan untuk mendesain dan mengoperasikan peralatan listrik secara sah, aman dan dapat dipertanggungjawabkan.

**Proses Review/Penyambungan *Fast-Track*:** Prosedur yang disederhanakan dalam Sub Bab 3.4 untuk mempersingkat evaluasi, persetujuan, dan penyambungan PLT EBT yang relatif kecil.

***Revenue Metering*:** *Metering* untuk pembelian tenaga listrik oleh PLN dari Produsen, sesuai dengan standar dan persyaratan Meter Transaksi PLN.

**Review Singkat Tambahan:** Pemeriksaan Kelayakan *Fast-Track*, jika penyambungan PLT EBT yang diusulkan tidak lulus kriteria kelayakan, suatu Review Singkat Tambahan dilakukan untuk melihat apakah ada dampak negatif dari kegagalan suatu kriteria kelayakan tertentu, dan mitigasi tindakan yang tepat dapat dikembangkan. Apabila terdapat dampak negatif, maka diperlukan Studi Dampak Sistem Distribusi yang rinci.

**Review Standar Aplikasi Penyambungan:** Studi rinci untuk menganalisis aplikasi penyambungan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan, yang meliputi: (i) Studi Kelayakan Penyambungan, (ii) Studi Dampak Sistem Distribusi, dan (iii) Studi Fasilitas Penyambungan. Review standar diperlukan untuk PLT EBT yang tidak memenuhi persyaratan untuk review *Fast-Track* atau yang tidak lulus semua uji kelayakan review *Fast-Track* PLN.

**Short Circuit (Current) Contribution Ratio (SCCR):** Kontribusi arus hubung singkat gangguan tiga fasa PLT EBT dibagi dengan arus gangguan hubung singkat tiga fasa maksimum penyulang distribusi di sisi primer dari trafo distribusi.

**Sistem Distribusi:** Bagian dari sistem tenaga listrik PLN yang menyalurkan listrik dari transmisi ke pelanggan. Ini mencakup, tetapi tidak terbatas pada, trafo, konduktor, kabel, sakelar, sekering dan PMT yang digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik pada tegangan 20 kV atau lebih rendah.

**Sistem Distribusi Radial:** Sistem distribusi dimana penyulang secara radial berasal dari gardu induk atau gardu distribusi, dan tenaga listrik mengalir ke penyulang utama dan kemudian ke cabang-cabang penyulang untuk memasok beban pelanggan. Peralatan proteksi dan kontrol harus didesain untuk aliran tenaga listrik radial. PLT EBT yang diusulkan dengan output daya listrik melebihi beban total pada Sistem Distribusi Radial akan menghasilkan aliran *reverse power* yang dapat menyebabkan perangkat kontrol dan proteksi tidak bekerja dengan baik. Sistem Distribusi yang dimiliki PLN umumnya seperti ini.

**Solar Inverter:** Perangkat yang mengubah arus DC dari output panel solar PV menjadi arus AC yang dapat disalurkan ke Sistem Distribusi PLN

**Studi Dampak Sistem Distribusi:** Studi untuk mengidentifikasi dampak negatif penyambungan PLT EBT ke Sistem Distribusi PLN, dan menentukan langkah-langkah untuk mengurangi dampak negatif tersebut.

**Studi Fasilitas Penyambungan:** Studi untuk (i) menentukan peralatan dan pengaturan guna menghubungkan PLT EBT ke Sistem Distribusi PLN sesuai dengan persyaratan teknik dalam Pedoman, dan (ii) memberikan perkiraan biaya dan jadwal untuk melengkapi fasilitas tersebut.

**Studi Kelayakan Penyambungan:** Studi untuk menentukan kelayakan penyambungan PLT EBT ke Sistem Distribusi PLN yang diusulkan oleh Pengembang. Studi ini untuk mengidentifikasi dampak negatif usulan PLT EBT terhadap Sistem Distribusi PLN, dan menentukan langkah-langkah pencegahan dampak merugikan tersebut.

**Perjanjian Jual Beli Tenaga Listrik (PJBL):** Perjanjian antara PLN dan Pengembang yang menetapkan harga, persyaratan dan kondisi pembelian tenaga listrik.

**Titik Sambung/Hubung:** Titik transfer tenaga listrik antara Sistem Distribusi PLN dan sistem Pembangkit Listrik Energi Terbarukan. Pada umumnya disebut Titik Interkoneksi.

**Transfer Trip:** Fungsi pengaman yang men-*trip*-kan PLT EBT secara *remote*, dengan menggunakan media komunikasi otomatis yang dikendalikan oleh DCC atau Unit PLN yang berwenang.

**Uji Sertifikasi:** Pengujian untuk memverifikasi kesesuaian peralatan dengan standar Pedoman, SPLN atau standar lain yang berlaku di PLN.

**Uji Komisioning:** Pengujian yang dilakukan setelah Peralatan PLT EBT terpasang dan siap operasi untuk memverifikasi bahwa Peralatan telah lengkap dan terpasang sesuai standar teknis yang ditetapkan dalam Pedoman.

**Usulan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan:** Paket Informasi yang diserahkan oleh Pengembang, mencakup Laporan Studi Kelayakan, UKL/UPL, KKO, dan KKF Proyek PLT EBT dan semua izin serta persetujuan dari Pemerintah Daerah untuk usulan PLT EBT tersebut.

**Unintended Island:** Pembentukan suatu pembangkitan dan beban sub-sistem terisolasi tanpa persetujuan DCC atau Unit PLN yang berwenang.

## 1.6 Peraturan, Standar dan Aturan di dalam Pedoman

Permen No. 4/ESDM/2009 tentang Aturan Distribusi Tenaga Listrik, Bab IV – Aturan Penyambungan, menetapkan persyaratan umum untuk pembangkit listrik skala kecil dan menengah yang dihubungkan ke Sistem Distribusi. Aturan Penyambungan ini juga menguraikan prosedur umum untuk penyambungan pembangkit listrik skala kecil dan menengah ke Sistem Distribusi. Pedoman ini disusun berdasarkan Aturan Distribusi Tenaga Listrik untuk memberikan prosedur persiapan, review, dan persetujuan aplikasi penyambungan, dan persyaratan teknik yang lebih rinci untuk Pembangkit Listrik Energi Terbarukan. Untuk standar keamanan dan proteksi yang tidak tercakup dalam Aturan Distribusi Tenaga Listrik, Standar PLN (SPLN), atau Standar Nasional Indonesia (SNI), Pedoman mengadopsi dan memodifikasi aturan internasional yang sesuai untuk Sistem Distribusi PLN. Standar yang digunakan atau diadopsi dalam Pedoman ini meliputi Aturan Distribusi Tenaga Listrik, SPLN, SNI, Standar *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), *International Electrotechnical Commission* (IEC), *Underwriters Laboratories, Inc.* (UL), dan *California Model Electric Rule 21*, untuk Fasilitas Interkoneksi Pembangkit Listrik.

## **2. PERATURAN UMUM, HAK DAN KEWAJIBAN**

### **2.1 Otorisasi Pengoperasian**

Pengembang PLT EBT harus menaati persyaratan-persyaratan yang ditentukan di dalam pedoman ini, melaksanakan PJBL yang mencakup *Connection Technical Requirements* (CTR) yang sesuai dengan PLN, dan mendapatkan ijin tertulis dari PLN sebelum melakukan operasi paralel PLT EBT ke Sistem Distribusi PLN. PLN harus melaksanakan Pedoman ini tanpa diskriminasi dan/atau mempersulit Pengembang di dalam mendapatkan ijin untuk pengoperasian paralel PLT EBT ke Sistem Distribusi PLN.

### **2.2 Perjanjian Terpisah yang dibutuhkan untuk Jasa Lain dari PLN**

Jika Pengembang membutuhkan jasa kelistrikan lainnya dari PLN seperti penyediaan listrik selama konstruksi Pembangkit Listrik Energi Terbarukan, pengurangan atau interupsi pengoperasian PLT EBT milik Pengembang, atau jasa-jasa tambahan lainnya, maka hal tersebut harus diatur didalam Perjanjian Terpisah dengan PLN sebagaimana yang diatur dalam Peraturan dan Ketentuan PLN.

### **2.3 Mematuhi Hukum dan Peraturan yang berlaku**

Pengembang harus mematuhi hukum, peraturan dan ketentuan pemerintah daerah (kabupaten/provinsi) dan nasional, serta standar-standar SNI dan SPLN yang disetujui untuk keperluan desain, pencarian lokasi, konstruksi, pemasangan, operasi, atau aspek lain terkait dengan PLT EBT milik Pengembang dan/atau Fasilitas Penyambungan.

### **2.4 Review Desain dan Pemeriksaan**

PLN mempunyai hak untuk melakukan review terhadap desain PLT EBT dan atau Fasilitas Penyambungan milik Pengembang, untuk menentukan spesifikasi dan mengkoordinasikan *interface* dari relai proteksi; untuk menentukan *reclosing* penyulang; untuk mengidentifikasi koordinasi proteksi *over-current*; untuk mengidentifikasi letak AVR, Kapasitor, dan Pemutus Balik Otomatis (PBO) dan atau Saklar-Seksi Otomatis (SSO) yang akan dipasang pada Penyulang Distribusi; dan untuk memeriksa PLT EBT dan atau Fasilitas Penyambungan Pengembang sebelum dimulainya pengoperasian paralel dengan Sistem Distribusi PLN.

PLN dapat meminta Pengembang untuk membuat modifikasi yang dibutuhkan pada PLT EBT dan atau Fasilitas Penyambungan, agar dapat diperoleh pengoperasian sistem yang handal dan sesuai dengan persyaratan yang ditentukan dalam pedoman ini. Hasil review dan otorisasi pengoperasian Paralel PLN tidak dapat ditafsirkan sebagai konfirmasi atau dukungan terhadap desain atau sebagai jaminan terhadap keselamatan, ketahanan atau kehandalan PLT EBT dan atau Fasilitas Interkoneksi milik Pengembang. PLN tidak bertanggung jawab atas kemampuan, kecukupan atau

kapasitas peralatan milik Pengembang tersebut, dengan alasan review yang dilakukan PLN.

## **2.5 Hak Akses**

PLT EBT dan atau Fasilitas Penyambungan milik Pengembang harus dapat diakses oleh Personil PLN untuk melakukan tugas dan kewajibannya sesuai dengan peraturan dan ketentuan PLN yang berlaku, serta CTR berdasarkan PJBL antara PLN dan Pengembang.

## **2.6 Kerahasiaan Informasi**

Semua informasi yang berkaitan dengan PLT EBT dan atau Fasilitas Penyambungan milik Pengembang yang diberikan kepada PLN akan dijaga kerahasiaannya. Demikian pula sebaliknya hak serta kewajiban tersebut tidak dapat dipindahtangankan ke pihak lain tanpa persetujuan PLN.

## **2.7 Pengoperasian dan Pemeliharaan**

Pengembang harus mengoperasikan dan memelihara PLT EBT dan Fasilitas Penyambungan yang dimilikinya dengan kaidah-kaidah pengoperasian dan pemeliharaan peralatan listrik, serta harus sesuai dan mentaati Pedoman ini.

## **2.8 Pembatasan dan Pemutusan Tenaga Listrik**

Dalam keadaan darurat atau kondisi operasi yang tidak aman, setiap saat dan tanpa pemberitahuan, PLN dapat melakukan pemutusan PLT EBT milik Pengembang dari Sistem Distribusi PLN.

PLN juga dapat membatasi pengoperasian dan melakukan pemutusan tenaga listrik PLT EBT dari Sistem Distribusi PLN dengan pemberitahuan tertulis, jika satu atau beberapa kriteria di bawah ini dipenuhi:

- i. Untuk pemeliharaan rutin, perbaikan atau modifikasi Sistem Distribusi PLN,
- ii. Berdasarkan pertimbangan PLN bahwa pengoperasian PLT EBT milik Pengembang tidak sesuai dengan Pedoman ini,
- iii. Menghindari ketidakstabilan pada sistem PLN, atau
- iv. Setelah berakhirnya CTR dari PJBL.

### **3. PROSEDUR REVIEW DAN PERSETUJUAN UNTUK APLIKASI PENYAMBUNGAN PLT EBT DAN PEMBELIAN TENAGA LISTRIK**

#### **3.1 Aplikasi Penyambungan PLT EBT dan Proses Pembelian Tenaga Listrik**

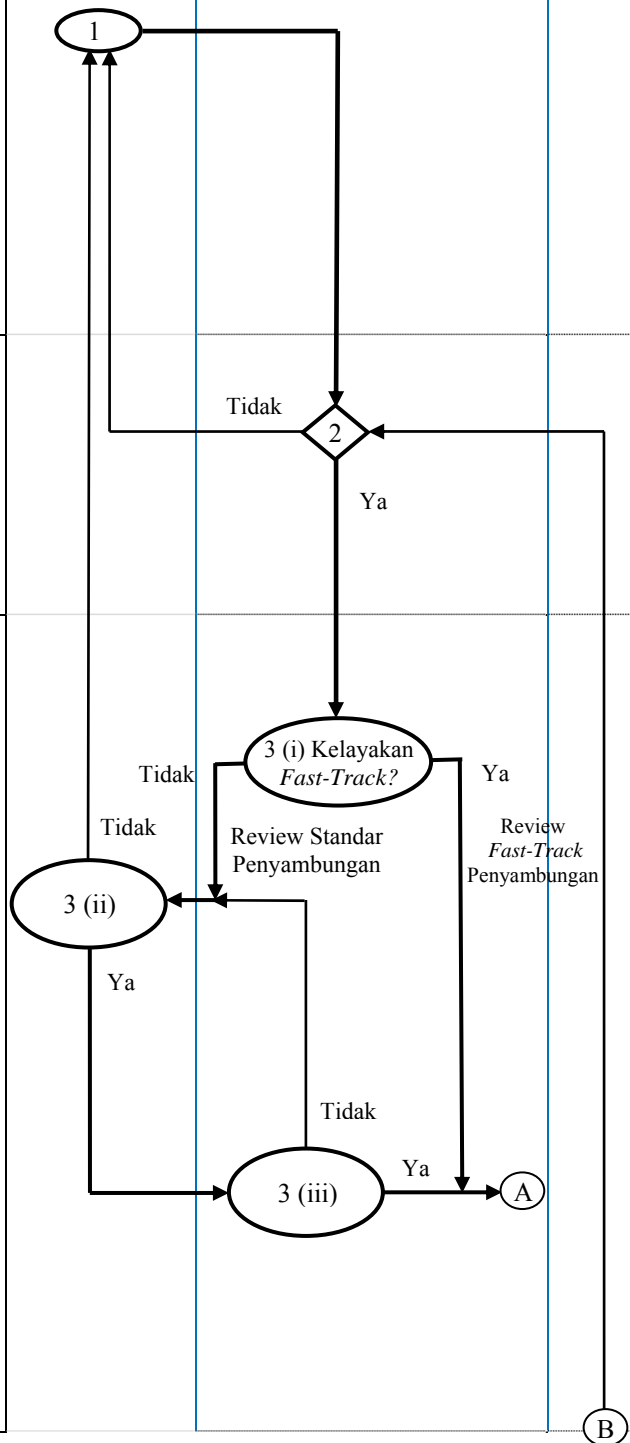
PLN diwajibkan menyambung PLT EBT dengan total kapasitas terpasang 10 MW atau lebih kecil ke jaringan distribusinya dan membeli tenaga listrik dari energi terbarukan dengan tarif yang telah ditetapkan oleh ESDM. Gambar 3.1 menunjukkan bagan alir sederhana proses review aplikasi penyambungan PLT EBT dan persetujuan pembelian tenaga listrik oleh PLN. Proses review dan persetujuan penyambungan serta pembelian tenaga listrik ini berlaku untuk semua PLT EBT yang memenuhi syarat tetapi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik, Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota, dan Pembangkit Listrik Tenaga Air (hingga 10 MW) tetap mengacu kepada peraturan ESDM yang menetapkan prosedur review spesifik dan persetujuan serta jadwal waktu untuk setiap jenis Pembangkit Listrik Energi Terbarukan. Penerapan Pedoman terhadap ketiga jenis PLT EBT dapat ditemukan dalam sub-bab 3.5.

Proses review dan persetujuan penyambungan dan pembelian tenaga listrik PLT EBT secara keseluruhan terdiri dari beberapa komponen dan aktivitas dasar, sebagai berikut :

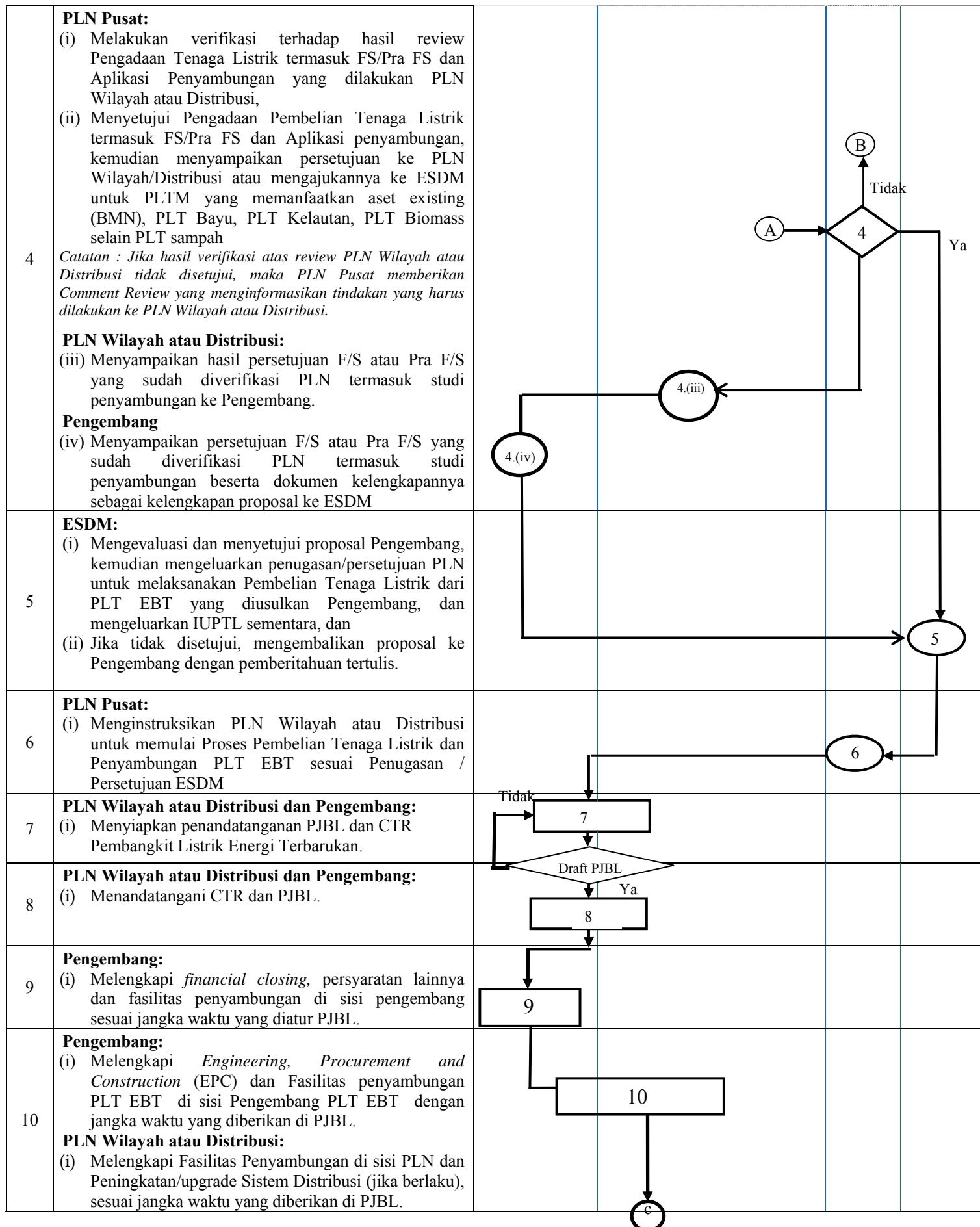
- i. Aplikasi Penyambungan PLT EBT – Kegiatan No. 1 (dalam gambar 3.1).
- ii. PLN Wilayah atau Distribusi mereview dan menyetujui Aplikasi Penyambungan – Kegiatan No. 2.
- iii. PLN Wilayah atau Distribusi memeriksa kelayakan aplikasi penyambungan untuk proses penyambungan *Fast-Track* dan melakukan Pemeriksaan Kelayakan *Fast-Track* – Kegiatan No. 3.(i).
- iv. Pengembang melibatkan Pihak Ketiga (Konsultan/Kontraktor) untuk melaksanakan Studi Kelayakan Penyambungan, Studi Dampak Sistem Distribusi dan Studi Fasilitas Penyambungan – Kegiatan No. 3.(ii).
- v. PLN Wilayah atau Distribusi mereview dan menyetujui studi-studi yang dilakukan Pengembang – Kegiatan No. 3.(iii)-a; melaksanakan Kajian Teknik, Finansial dan Risiko dari Proposal Pengadaan Tenaga Listrik PLN – Kegiatan No. 3.(iii)-b.
- vi. Verifikasi dan persetujuan PLN PUSAT – Kegiatan No. 4.
- vii. Review dan persetujuan ESDM – Kegiatan No. 5.
- viii. PJBL dan CTR – Kegiatan No. 6 sampai 8.
- ix. Pendanaan Proyek, *Engineering, Procurement & Construction* (EPC), pengujian dan komisioning – Kegiatan No. 9 sampai 11.

Langkah-langkah, tanggung jawab dan jadwal dalam setiap kegiatan dari proses tersebut dirangkum dalam bagian berikut.

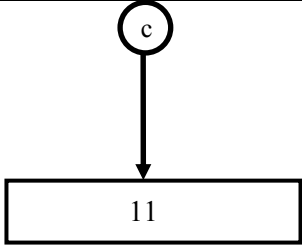
No.	Kegiatan	Pengembang	PLN Wilayah atau Distribusi	PLN Pusat	ESDM
1	<b>Pengembang:</b> (i) Memperoleh informasi dari PLN mengenai Titik Penyambungan, Penyulang Distribusi, dan Gardu Induk (ii) Melengkapi Studi yang diperlukan, termasuk Studi Kelayakan/pra-Studi Kelayakan (FS/pra-FS) Pembangkit Listrik Energi Terbarukan, Studi Lingkungan dan memperoleh izin serta persetujuan dari Pemerintah Daerah (IZIN Prinsip) atau Pemerintah yang berwenang lainnya, dan (iii) Mengajukan Aplikasi Penyambungan PLT EBT ke PLN Wilayah atau Distribusi.				
2	<b>PLN Wilayah atau Distribusi:</b> (i) Mengevaluasi dan menerima kelengkapan Aplikasi Penyambungan PLT EBT; (ii) Menyampaikan pemberitahuan mengenai kekurangan atau ketidaklengkapan ke Pengembang (jika Aplikasi belum lengkap) <b>Pengembang:</b> (iii) Melengkapi kekurangan Aplikasi Penyambungan dan mengajukan ulang Aplikasi.				
3	<b>PLN Wilayah atau Distribusi:</b> (i) Memeriksa kelayakan <i>Fast-Track</i> , jika lulus, dilanjutkan dengan proses penyambungan <i>Fast-Track</i> . <b>Pengembang :</b> (ii) Melibatkan Pihak Ketiga (Konsultan/Kontraktor) untuk melaksanakan Studi Kelayakan Penyambungan, Studi Dampak Sistem Distribusi dan Studi Fasilitas Penyambungan. <b>PLN Wilayah atau Distribusi:</b> (iii)-a. Me-review studi-studi yang diajukan Pengembang, jika disetujui, dilanjutkan dengan proses penyambungan standar, jika tidak disetujui, studi-studi dikembalikan ke Pengembang untuk koreksi/perbaikan. (iii)-b. Melaksanakan Analisa Teknik, Finansial dan Risiko Pembelian Tenaga Listrik PLT EBT, dan (iii)-c. Menginformasikan ke Pengembang tanggung jawab biaya Fasilitas penyambungan pada sisi pengembang, jika dilaksanakan. <i>Catatan: Jika Pengembang setuju dengan tanggung jawab biaya fasilitas penyambungan pada sisi pengembang, maka dilanjutkan ke tahap berikutnya. Jika Pengembang tidak setuju dan tidak ada upaya untuk menyelesaikan masalah-masalah tersebut, usulan PLT EBT dan aplikasi penyambungan dibatalkan.</i>				









11	<p><b>Pengembang, Lembaga Pengujian, Lembaga Sertifikasi, dan PLN Wilayah atau Distribusi:</b> Melaksanakan Inspeksi, <i>Type Test</i>, Uji Produksi, dan Uji Komisioning serta Sertifikasi peralatan penyambungan PLT EBT, kemudian memulai operasi komersial PLT EBT.</p>	
----	---	--

**Gambar 3.1. Bagan Alir Proses Aplikasi Penyambungan PLT EBT dan Review serta Persetujuan Pengadaan Tenaga Listrik PLN**

### 3.2 Aplikasi Penyambungan PLT EBT

Pengembang yang merencanakan untuk membangun dan menghubungkan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan ke Sistem Distribusi PLN serta menjual tenaga listrik ke PLN, harus melaksanakan kegiatan pra-Aplikasi berikut:

- Melaksanakan pertemuan awal dengan PLN Wilayah atau Distribusi untuk memperoleh informasi yang tersedia pada titik-titik terdekat penyambungan, penyulang distribusi dan gardu induk terkait dengan beban puncak saat itu dan perkiraan dimasa depan, dan kapasitas yang tersedia untuk penyambungan PLT EBT baru, serta kendala atau masalah-masalah yang diketahui atau yang berkaitan dengan titik alternatif penyambungan PLT EBT ke Sistem Distribusi,
- Menyiapkan Studi Kelayakan/pra Studi Kelayakan PLT EBT untuk menyalurkan dan menjual tenaga listrik ke PLN,
- Menyiapkan Studi Lingkungan lokasi Pembangkit Listrik Energi Terbarukan,
- Menyiapkan Ijin Prinsip dan ijin-ijin lain yang diperlukan untuk membangun Pembangkit Listrik Energi Terbarukan.

Pengembang harus mengajukan Aplikasi Penyambungan PLT EBT ke PLN Wilayah atau Distribusi yang termasuk, namun tidak dibatasi pada:

- Laporan Studi Kelayakan/pra Studi Kelayakan PLT EBT untuk menjual listrik ke PLN dan Studi Lingkungan,
- Formulir Aplikasi Interkoneksi yang sudah dilengkapi dan ditandatangani (Aplikasi Penyambungan dan petunjuk pengisiannya diberikan pada Lampiran A)
- Ijin dari Pemerintah Daerah (IJIN Prinsip) untuk pembangunan PLT EBT dan ijin-ijin lainnya,
- Dokumen-dokumen lainnya sebagaimana ditetapkan oleh PLN.

Laporan Studi Kelayakan/pra Studi Kelayakan, dan Studi Lingkungan PLT EBT yang disiapkan oleh Pengembang harus sesuai dengan standar industri dan Peraturan Pemerintah.

Pengembang memiliki pilihan untuk mengajukan (i) Proses Review *Fast Track*, atau (ii) Proses Standar Review PLN dengan mencentang kotak yang tersedia dalam formulir Aplikasi Penyambungan (lihat Lampiran A).

Tabel 3.1 di bawah ini memberikan perkiraan waktu yang diperlukan untuk setiap tahapan proses Aplikasi Penyambungan PLT EBT

**Tabel 3.1: Perkiraan Waktu yang diperlukan untuk penyerahan dan penerimaan Aplikasi Penyambungan PLT EBT**

<b>Kegiatan Utama</b> (Nomor kegiatan disesuaikan dengan Gambar 3.1)	<b>Perkiraan Waktu</b>	<b>Pihak yang Bertanggungjawab</b>
No.1 (iii) - Mengajukan Aplikasi Penyambungan PLT EBT	Proses dimulai	Pengembang/Pemilik PLT EBT
No. 2 (i) dan (ii) Mengevaluasi dan menerima kelengkapan Aplikasi Penyambungan PLT EBT; Jika tidak diterima, memberikan pemberitahuan tertulis mengenai hal-hal yang kurang atau belum lengkap ke Pengembang.	5 hari Kerja	PLN Wilayah atau Distribusi
No. 2 Menyerahkan dokumen atau informasi tambahan yang diperlukan atau meminta perpanjangan waktu untuk menyerahkannya.	10 hari Kerja	Pengembang/ Pemilik PLT EBT

### 3.3 Verifikasi dan Studi Aplikasi Penyambungan

Jika Aplikasi Penyambungan PLT EBT sudah dilengkapi dan diterima oleh PLN Wilayah atau Distribusi, maka PLN akan melakukan serangkaian kegiatan verifikasi dan persetujuan. Perkiraan waktu yang diperlukan pada setiap tahapan dalam verifikasi PLN ditunjukkan dalam Tabel 3.2.

**Tabel 3.2: Perkiraan Waktu untuk Aplikasi Penyambungan, Verifikasi, Persetujuan dan Kegiatan Utama lainnya**

<b>Kegiatan Utama</b> (Nomor aktivitas disesuaikan dengan Gambar 3.1)	<b>Perkiraan Waktu</b>	<b>Pihak yang Bertanggungjawab</b>
No.3 (i) - Memeriksa kelayakan Aplikasi untuk proses penyambungan <i>Fast-Track</i>	10 hari kerja untuk pemeriksaan kelayakan <i>Fast-Track</i> awal. 15 hari kerja jika Review Singkat Tambahan diperlukan.	PLN Wilayah atau Distribusi
No. 3. (ii) – Melakukan Studi Kelayakan Penyambungan, Dampak Distribusi dan Fasilitas Penyambungan	Sesuai dengan jadwal proyek Pengembang	Pengembang
No. 3 (iii)-a. – Mereview dan menyetujui studi penyambungan yang dibuat Pengembang	15 hari kerja untuk studi kelayakan penyambungan, 25 hari kerja untuk studi dampak sistem distribusi, 25 hari kerja untuk studi fasilitas penyambungan	PLN Wilayah atau Distribusi

No. 3 (iii)-b - Melaksanakan Analisa Teknik, Finansial dan Resiko Pengadaan tenaga listrik PLN dari PLT EBT.	20 hari kerja	PLN Wilayah atau Distribusi
No. 3 (iii)-c – Menginformasikan ke Pengembang mengenai tanggung jawab biaya fasilitas penyambungan di sisi pengembang yang disebabkan oleh penyambungan PLT EBT.	5 hari kerja setelah penyelesaian Analisa Teknik, Finansial dan Resiko Pengadaan tenaga listrik	PLN Wilayah atau Distribusi
No. 4 – Memverifikasi dan menyetujui hasil review PLN Wilayah atau Distribusi atas pembelian tenaga listrik dan Aplikasi Penyambungan	10 hari kerja	PLN Pusat
No. 5 – Mereview dan menyetujui Proposal Penyambungan PLT EBT, dan mengeluarkan persetujuan / memberikan penugasan untuk pembelian tenaga listrik	(sesuai dengan prosedur di ESDM)	ESDM
No. 6 – PLN Pusat menginstruksikan PLN Wilayah atau Distribusi untuk memulai proses pembelian daya listrik dan penyambungan PLT EBT sesuai persetujuan atau penugasan ESDM	3 hari kerja	PLN Pusat
No. 7 sampai 8 – Menandatangani PJBL dan CTR Pembangkit Listrik Energi Terbarukan	60 hari kerja (sesuai dengan prosedur di ESDM)	PLN Wilayah atau Distribusi dan Pengembang/Pemilik PLT EBT
No. 9 – Melengkapi <i>financial closing</i> dan persyaratan lainnya (pembebasan lahan, serta ijin lainnya), perjanjian kredit, penunjukan kontraktor EPC, bukti pencairan pertama biaya EPC, dll, termasuk fasilitas penyambungan di sisi pengembang	Sesuai jangka waktu yang ditentukan dalam PJBL	Pengembang/Pemilik PLT EBT
No. 10 – Melengkapi EPC PLT EBT dan Fasilitas Penyambungan	sesuai jangka waktu yang ditentukan dalam PJBL	Pengembang/Pemilik PLT EBT (untuk fasilitas penyambungan di sisi Pengembang/Pemilik PLT EBT); PLN Wilayah atau Distribusi (untuk fasilitas penyambungan dan perbaikan/ <i>upgrade</i> Sistem Distribusi di sisi PLN)
No. 11 – Inspeksi, Pengujian, Komisioning dan Sertifikasi	30 hari kerja setelah pernyataan kesiapan selesai konstruksi dan siap komisioning dari Pengembang	Lembaga Pengujian dan Sertifikasi Terakreditasi serta PLN Wilayah atau Distribusi memeriksa dan menyaksikan uji komisioning

Perkiraan waktu Pengembang dan PLN untuk melaksanakan kegiatan di atas adalah dengan asumsi bahwa semua informasi untuk melaksanakan kegiatan telah tersedia di dalam Aplikasi Penyambungan PLT EBT sejak awal review atau studi dilakukan. Jika diperlukan informasi tambahan, waktu untuk menyelesaikan kegiatan akan diperpanjang setidaknya sesuai jumlah hari yang diperlukan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan. Dalam hal, PLN Wilayah atau Distribusi memutuskan Studi-studi Penyambungan Pengembang tidak memadai, PLN Wilayah atau Distribusi akan mengembalikan hasil Studi ke Pengembang dengan penjelasan tertulis atas kekurangan dari hasil Studi. Jika PLN Wilayah atau Distribusi tidak dapat memenuhi perkiraan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan review Aplikasi Penyambungan PLT EBT, PLN Wilayah atau Distribusi harus menginformasikan kepada Pengembang perkembangan review tersebut, dan memberikan perkiraan waktu baru untuk menyelesaikan dengan penjelasan tentang pertimbangan kebutuhan waktu tambahan yang diperlukan.

### 3.4 **Lingkup Review dan Studi Aplikasi Penyambungan PLT EBT**

Review terhadap Aplikasi Penyambungan PLT EBT meliputi proses (i) *Review Fast Track*, atau (ii) *Review Standar*. Proses *Review Fast Track* lebih sederhana dan singkat, dengan pemeriksaan kelayakan tertentu yang dirancang untuk PLT EBT kapasitas lebih kecil, yang menimbulkan dampak buruk lebih rendah terhadap Sistem Distribusi PLN. Pengembang dapat memilih proses review *Fast-Track* atau review standar dalam Formulir Aplikasi Penyambungan (Lihat Lampiran A) tergantung pada kapasitas PLT EBT. Pengembang PLT EBT dapat meminta untuk proses review *Fast-Track* jika total kapasitas terpasang adalah:

- i. 2 MW atau lebih kecil, jika disambungkan ke Sistem Distribusi 20 kV di wilayah Jawa-Bali, atau
- ii. 200 kW atau lebih kecil, jika disambungkan ke Sistem Distribusi 20 kV di luar wilayah Jawa-Bali, atau
- iii. 30 kW atau lebih kecil, jika disambungkan ke penyulang distribusi 400 V.

Jika PLT EBT tidak memenuhi semua persyaratan untuk proses review *Fast-Track*, maka review tambahan dari kegagalan kriteria tertentu dilakukan untuk melihat apakah ada dampak negatif serta langkah-langkah mitigasi yang terukur yang dapat dilakukan, jika tidak dapat dilakukan, maka dilaksanakan Studi Dampak Sistem Distribusi.

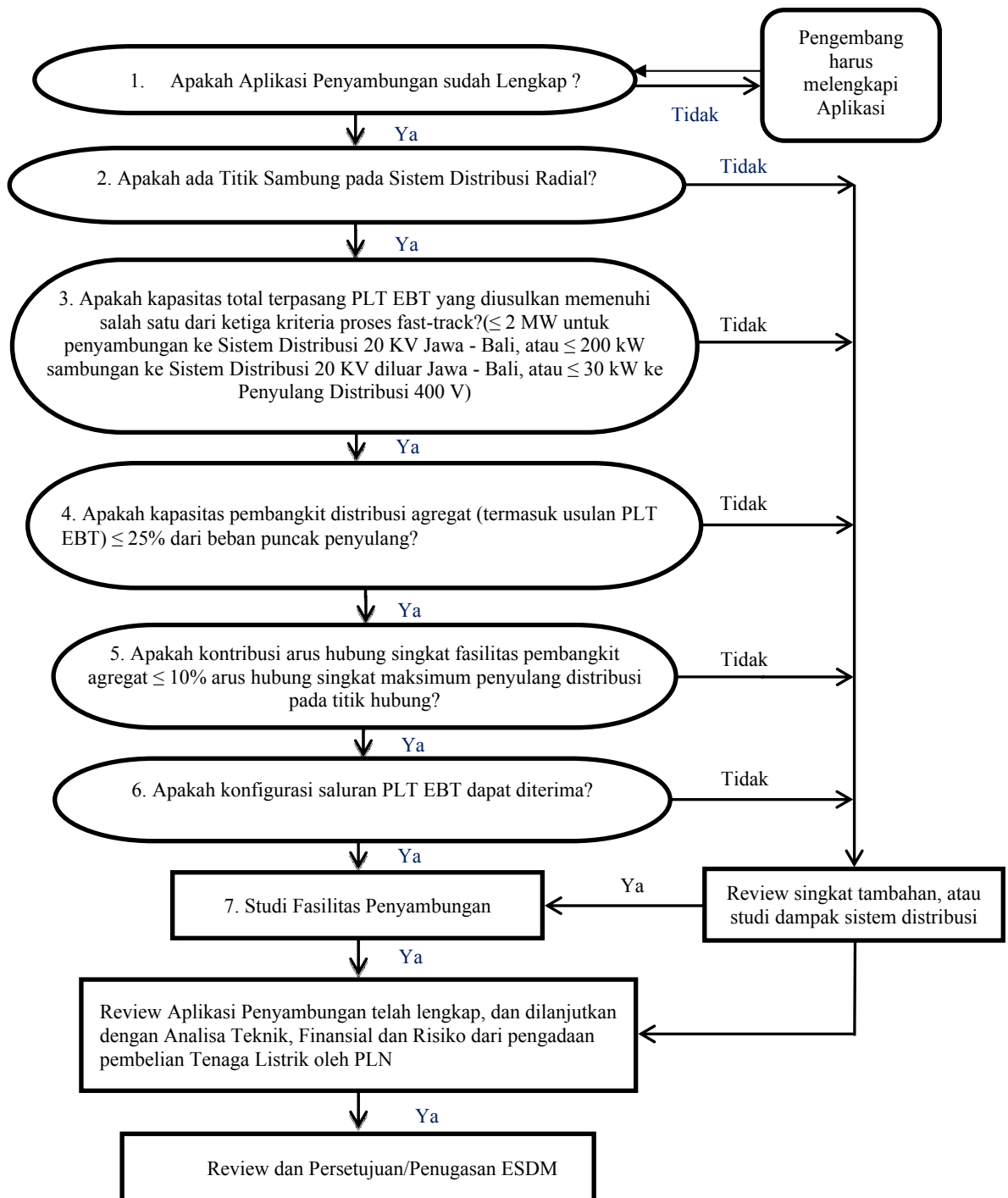
Proses *Review Standar* meliputi studi-studi rinci termasuk Studi Kelayakan Penyambungan, Studi Dampak Sistem Distribusi, dan Studi Fasilitas Penyambungan yang secara umum memerlukan waktu lebih lama dan biaya lebih mahal. Pengembang bertanggung jawab untuk melaksanakan studi-studi yang diperlukan dan dapat melibatkan Pihak Ketiga (Konsultan/Kontraktor) untuk melakukan studi-studi penyambungan yang diperlukan. PLN Wilayah atau Distribusi akan me-review dan menyetujui studi-studi yang dilakukan Pengembang. Jika Studi Pengembang

diputuskan belum memadai, PLN Wilayah atau Distribusi akan mengembalikan hasil studi dengan penjelasan tertulis untuk koreksi dan/atau perbaikan.

#### **3.4.1 Pemeriksaan Aplikasi Penyambungan yang Memenuhi Syarat Proses *Fast Track***

Gambar 3.2. adalah bagan alir yang menunjukkan proses pemeriksaan pemenuhan syarat proses *Fast-Track*. Setelah Aplikasi Penyambungan diserahkan oleh Pengembang dan diterima PLN Wilayah atau Distribusi, PLN Wilayah atau Distribusi akan menggunakan proses yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 untuk memeriksa kelayakan aplikasi penyambungan review *Fast-Track*. Jika aplikasi penyambungan tidak memenuhi semua kriteria kelayakan, maka review singkat tambahan dari kegagalan kriteria tertentu dilakukan untuk menentukan apakah ada dampak negatif dan langkah-langkah mitigasi yang terukur yang dapat dilakukan. Jika tidak ada langkah-langkah mitigasi yang terukur dapat dibangun melalui review singkat tambahan, akan dilakukan Studi Dampak Sistem Distribusi.

Aplikasi Penyambungan yang telah melewati pemeriksaan kelayakan review *Fast-Track* awal atau review singkat tambahan, dapat dilanjutkan dengan studi fasilitas penyambungan untuk memastikan desain fasilitas penyambungan sesuai dengan standar teknik yang diatur dalam Bab 4 Pedoman.



**Gambar 3.2: Bagan Alir Proses Review *Fast Track* PLN dari Aplikasi Penyambungan PLT EBT**

**Pertanyaan 1: Apakah Aplikasi Penyambungan PLT EBT sudah lengkap?**

Jika ya (lulus), dilanjutkan ke proses penyaringan berikutnya.

Jika tidak (gagal), dikembalikan kepada Pengembang beserta pemberitahuan tertulis mengenai kekurangan untuk dilengkapi.

**Pertanyaan 2: Apakah PLT EBT akan disambungkan ke suatu Penyulang Distribusi Radial?**

Jika ya, dilanjutkan ke proses penyaringan berikutnya.

Jika tidak (contohnya: Jaringan Distribusi Loop), dilanjutkan ke review standar atau Studi tambahan.

**Pertanyaan 3: Apakah kapasitas terpasang PLT EBT memenuhi salah satu dari ketiga kriteria dalam pedoman proses review *fast-track*?**

- i. 2 MW atau lebih kecil jika terhubung ke Sistem Distribusi 20 kV di Jawa-Bali
- ii. 200 kW atau lebih kecil jika terhubung ke Sistem Distribusi 20 kV di luar Jawa-Bali
- iii. 30 kW atau lebih kecil jika terhubung pada Penyulang Distribusi 400 V.

Jika ya, dilanjutkan ke proses penyaringan berikutnya.

Jika tidak, dilanjutkan ke review standar atau studi tambahan.

Penjelasan: PLT EBT yang kapasitasnya lebih kecil (jika dibandingkan dengan kapasitas sistem tenaga listrik yang terhubung) cenderung memiliki dampak merugikan yang lebih kecil pada Sistem Distribusi. PLT EBT dengan total kapasitas terpasang lebih besar dari ambang batas kapasitas Sistem Distribusi cenderung menciptakan dampak merugikan lebih besar, sehingga diperlukan review standar terhadap Aplikasi Penyambungannya.

**Pertanyaan 4 : Apakah kapasitas agregat pembangkit, termasuk PLT EBT yang akan tersambung pada penyulang lebih kecil 25 % dari beban puncak penyulang tahunan yang diukur dari gardu induk?**

Jika ya, dilanjutkan ke proses penyaringan berikutnya.

Jika tidak, dilanjutkan ke review singkat tambahan. Jika lulus review singkat tambahan, lanjut ke langkah berikutnya, jika tidak lulus, dilanjutkan ke studi dampak sistem distribusi seperti yang dijelaskan di bagian Review Standar.

Penjelasan: Kapasitas pembangkit agregat adalah jumlah total dari kapasitas terpasang pada masing-masing unit pembangkit yang terkoneksi ke penyulang termasuk sistem pembangkit yang telah disetujui sebelumnya dan dengan usulan PLT EBT yang terhubung ke penyulang yang sama. Beban tahunan diartikan sebagai beban maksimum penyulang yang terukur pada Gardu Induk selama 12 bulan sebelumnya. Proses penyaringan ini dapat dinyatakan sebagai berikut:

Kapasitas agregat pembangkit  $\leq 25\%$  dari beban puncak tahunan penyulang.

Penjelasan: Rendahnya penetrasi instalasi pembangkit distribusi pada Sistem Distribusi akan memiliki dampak yang kecil terhadap operasi dan keandalan Sistem Distribusi.

Dalam review singkat tambahan, kapasitas pembangkit agregat dibandingkan dengan beban minimum penyulang. Jika kurang dari 100% beban minimum, PLT EBT yang diusulkan tidak akan menimbulkan aliran daya listrik kembali dari sirkit ke arah



gardu yang menyebabkan dampak pada sistem distribusi. Jika tidak lolos review tambahan, dilakukan studi dampak sistem distribusi untuk mengatasi potensi dampak buruk.

**Pertanyaan 5 : Apakah kontribusi arus hubung singkat agregat termasuk gangguan 3 fasa dari semua fasilitas pembangkit yang terhubung ke penyulang (termasuk PLT EBT yang diusulkan) kurang dari 10 % arus gangguan maksimum penyulang di sisi distribusi primer transformator distribusi (20 kV atau 400 V)?**

Jika ya, dilanjutkan ke proses penyaringan berikutnya.

Jika tidak, dilanjutkan ke review singkat tambahan atau Studi Dampak Sistem Distribusi.

Penjelasan : Kapasitas maksimum arus hubung singkat pada semua fasilitas unit pembangkit yang terhubung ke penyulang, dengan kata lain jumlah dari kontribusi arus hubung singkat dari setiap fasilitas unit pembangkit yang terhubung ke penyulang termasuk kontribusi arus hubung singkat dari usulan PLT EBT, harus diubah ke arus hubung singkat pada sisi (20 kV atau 400 V) trafo distribusi pada titik sambung. Arus hubung singkat yang telah dikonversi kemudian dibandingkan dengan arus hubung singkat maksimum pada penyulang distribusi pada titik sambung. Persamaan perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\sum SC_{\text{fasilitas pembangkit}} \leq 0,10 \times FSC_{\text{maks}}$$

Dimana:

$\sum SC_{\text{fasilitas pembangkit}}$  = Jumlah kontribusi arus hubung singkat dari setiap fasilitas pembangkit yang terhubung diukur pada sisi primer distribusi (20 kV atau 400 V)

$FSC_{\text{maks}}$  = Arus hubung singkat maksimum penyulang pada titik sambung

Penjelasan : Jika kontribusi arus hubung singkat dari semua fasilitas pembangkit yang terhubung kurang dari 10 % arus hubung singkat maksimum penyulang pada titik sambung, ada kemungkinan bahwa PLT EBT yang diusulkan memiliki dampak yang kecil pada arus hubung singkat Sistem Distribusi dan tidak akan berdampak buruk pada sensitivitas deteksi gangguan pada Sistem Distribusi.

Dalam review singkat tambahan, beban hubung singkat, sensitivitas deteksi gangguan, dan koordinasi relai sistem distribusi di-review untuk melihat apakah ada potensi masalah, dan melakukan langkah mitigasi yang terukur. Jika aplikasi penyambungan lulus review singkat tambahan, kemudian dilanjutkan ke langkah berikutnya. Jika tidak lulus, dilakukan Studi Dampak Sistem Distribusi.

**Pertanyaan 6 : Apakah konfigurasi saluran distribusi PLT EBT dapat diterima?**

Jika ya, dilanjutkan ke penyaringan berikutnya.

Jika tidak, dilanjutkan ke proses review standar dan review singkat tambahan.



Tabel 3.3 digunakan untuk memeriksa jenis penyambungan yang diusulkan dapat diterima. Penyaringan dengan kriteria ini dilakukan untuk mencegah potensi tegangan lebih pada Sistem Distribusi atau pada peralatan yang dimiliki konsumen PLN yang disebabkan oleh hilangnya sistem pentanahan netral selama waktu operasi proteksi *non-islanding*.

**Tabel 3.3: Jenis Penyambungan yang dapat diterima ke Saluran Distribusi**

Jenis Saluran Distribusi PLN	Jenis Penyambungan PLT EBT ke Saluran Distribusi	Dapat diterima?
20 kV 3-fasa, 3-kawat	3-fasa, 3-kawat	ya
20 kV 3-fasa, 4-kawat	3-fasa, 4-kawat	ya
400 V 3-fasa, 4-kawat	Ditanahkan langsung 3-fasa, 4 kawat	ya

### Penjelasan 7: Studi Fasilitas Penyambungan

Studi fasilitas penyambungan diperlukan untuk memastikan desain fasilitas penyambungan sesuai dengan standar teknik yang diatur dalam Bab 4 dari Pedoman. Pengembang bertanggung jawab untuk melakukan studi ini dan dapat melibatkan pihak ketiga (Konsultan/Kontraktor) untuk melakukan studi. Studi fasilitas penyambungan yang diajukan oleh Pengembang, kemudian di-review dan disetujui oleh PLN Wilayah atau Distribusi. Jika studi ditentukan belum memadai, PLN Wilayah atau Distribusi akan mengembalikan studi dengan komentar tertulis kepada Pengembang untuk koreksi atau perbaikan

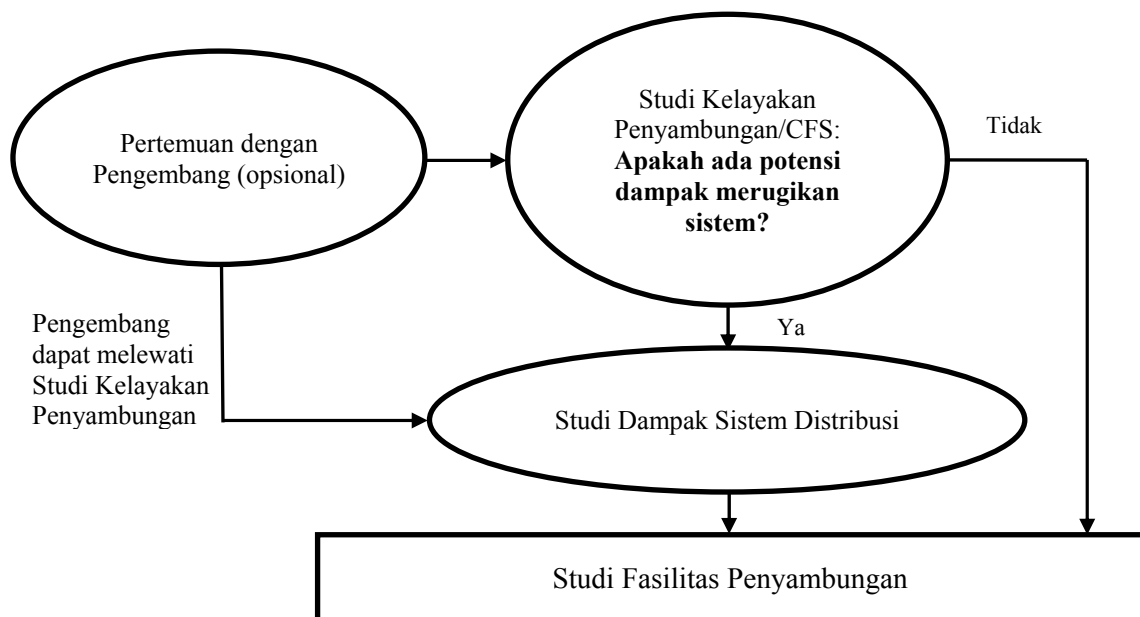
#### 3.4.2 Review/Studi Standar dari Aplikasi Penyambungan

Jika PLT EBT yang diusulkan lebih besar dari ambang batas yang ditentukan pada pemeriksaan kelayakan *Fast-Track*, maka harus dilaksanakan review standar pada usulan Aplikasi Penyambungan PLT EBT, yang meliputi:

- Studi Kelayakan Penyambungan,
- Studi Dampak Sistem Distribusi, dan
- Studi Fasilitas Penyambungan.

Pengembang bertanggung jawab untuk pelaksanaan studi-studi diatas dan dapat melibatkan pihak ketiga (Konsultan/Kontraktor) untuk melaksanakan studi. PLN Wilayah atau Distribusi akan me-review dan menyetujui (atau menolak) studi tersebut. Gambar 3.3 menunjukkan bagan alir proses pelaksanaan ketiga studi diatas. Sebagai langkah awal untuk Review Standar, PLN Wilayah atau Distribusi dan Pengembang mendiskusikan lingkup studi-studi penyambungan. Jika tidak dilakukan diskusi, PLN menginformasikan secara tertulis kepada Pengembang lingkup Studi Kelayakan Penyambungan, Dampak Sistem Distribusi dan Fasilitas Penyambungan yang diperlukan dan Pengembang bertanggungjawab untuk melaksanakan studi-studi dan menyampaikan laporan studi.

Studi Kelayakan Penyambungan dilakukan untuk mengidentifikasi setiap potensi dampak yang merugikan sistem. Jika tidak ada dampak yang merugikan sistem, maka dilanjutkan studi fasilitas penyambungan. Jika ada dampak yang merugikan sistem, harus dilakukan Studi Dampak Sistem Distribusi, yang kemudian dilanjutkan dengan Studi Fasilitas Penyambungan. Pengembang dapat memilih untuk tidak membuat Studi Kelayakan Penyambungan dan langsung melakukan Studi Dampak Sistem Distribusi. Lingkup dari studi ini dijelaskan dalam bagan alir di bawah ini.



**Gambar 3.3. Bagan Alir Studi Penyambungan yang dilaksanakan oleh Pengembang berdasarkan Review Standar PLN untuk Aplikasi Penyambungan PLT EBT**

#### 3.4.2.1 Lingkup Studi Kelayakan Penyambungan

Studi Kelayakan penyambungan harus dilakukan berdasarkan informasi teknik yang disediakan di dalam formulir Aplikasi Penyambungan untuk mengidentifikasi setiap potensi dampak yang merugikan pada Sistem Distribusi PLN. Pengembang dapat melewati Studi Kelayakan Penyambungan dan langsung melanjutkan ke Studi Dampak Sistem Distribusi. Studi ini harus berdasarkan Titik Sambung yang diusulkan Pengembang<sup>1</sup>, dan minimal harus meliputi :

- Identifikasi awal dari beban lebih termal (*thermal overload*), permasalahan aliran daya balik (*reverse power*), dan pelanggaran batas tegangan (*voltage limit violations*) yang timbul dari usulan Penyambungan,
- Identifikasi awal dari setiap kelebihan dari batas kapasitas hubung singkat (*short circuit capacity limit violation*) yang timbul dari usulan Penyambungan,
- Review awal dari Persyaratan Sistem Proteksi dan Sistem Pembumian, dan

<sup>1</sup> Peraturan Kementerian ESDM menetapkan bahwa lokasi usulan titik sambung PLT EBT adalah titik terdekat dari Sistem Distribusi PLN.

- iv. Penjelasan dan perkiraan biaya awal dari fasilitas yang diperlukan untuk menghubungkan usulan PLT EBT, dan untuk memitigasi dampak merugikan sistem yang berhasil diidentifikasi seperti masalah aliran daya dan hubung singkat.

Jika ada potensi dampak yang merugikan terhadap Titik Sambung, maka Studi Kelayakan Penyambungan harus mengidentifikasi Titik Sambung alternatif yang memberikan potensi dampak merugikan yang paling minimum pada sistem distribusi.

Studi Kelayakan Penyambungan harus diselesaikan sesuai dengan jadwal proyek Pengembang. PLN Wilayah atau Distribusi menyelesaikan laporan review studi kelayakan penyambungan dalam perkiraan waktu 15 hari kerja setelah menerima laporan studi. Jika hasil studi belum memadai, PLN Wilayah atau Distribusi mengembalikan Laporan Studi Kelayakan Penyambungan dengan penjelasan tertulis ke Pengembang untuk koreksi dan/atau perbaikan.

#### **3.4.2.2 Lingkup Studi Dampak Sistem Distribusi**

Studi Dampak Sistem Distribusi harus dilakukan berdasarkan hasil Studi Kelayakan penyambungan. Studi ini fokus pada potensi dampak buruk Sistem yang teridentifikasi untuk (i) Titik Sambung yang diusulkan oleh Pengembang, dan (ii) Titik Sambung alternatif yang mengakibatkan potensi dampak buruk paling kecil terhadap Sistem. Studi Dampak Sistem Distribusi ini harus secara rinci menunjukkan dampak buruk pada sistem yang dihasilkan dari penyambungan pada Titik Sambung yang diusulkan tanpa memodifikasi proyek PLT EBT atau memodifikasi Sistem Distribusi.

Studi juga akan memberikan identifikasi awal pendanaan dan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki potensi dampak buruk yang teridentifikasi dan menerapkan modifikasi yang diusulkan. Hal ini dapat meliputi (i) Perbaikan/*upgrade* Sistem Distribusi, dan atau (ii) modifikasi proyek PLT EBT dan Titik Sambung yang diusulkan. Studi Dampak Sistem Distribusi harus membandingkan total biaya penyambungan untuk Titik Sambung yang diusulkan yang meliputi biaya fasilitas penyambungan di sisi Pengembang dan total biaya penyambungan di sisi PLN termasuk perbaikan/*upgrade* Sistem Distribusi yang diperlukan serta memilih usulan Titik Sambung dengan biaya penyambungan paling kecil.

Studi Dampak Sistem Distribusi terdiri dari (i) Analisa Aliran Daya pada sistem distribusi, (ii) Analisa Hubung Singkat, (iii) Analisa Rating Pemutusan Peralatan, (iv) Studi Proteksi Dan Koordinasi *Set Point*, (v) Studi Jatuh Tegangan, dan atau Review Pembumian, (vi) Analisa Dampak Operasi Sistem Distribusi.

Studi Dampak Sistem Distribusi harus diselesaikan sesuai jadwal proyek Pengembang. PLN Wilayah atau Distribusi menyelesaikan review laporan studinya dalam perkiraan waktu 25 hari kerja setelah menerima laporan studi. Jika studi belum memadai, PLN Wilayah atau Distribusi mengembalikan Laporan Studi Dampak

Sistem Distribusi dengan penjelasan tertulis ke Pengembang untuk koreksi dan/atau perbaikan.

#### **3.4.2.3 Lingkup Studi Fasilitas Penyambungan**

Studi Fasilitas Penyambungan dilakukan berdasarkan hasil Studi Dampak Sistem Distribusi. Studi Fasilitas Penyambungan menentukan perkiraan biaya peralatan, EPC (termasuk biaya tambahan) yang diperlukan untuk menyelesaikan penyambungan PLT EBT yang diusulkan. Studi Fasilitas Penyambungan memberikan desain yang sesuai dengan Persyaratan Teknik yang tercakup dalam Bab 3 dari Pedoman ini, dan perkiraan biaya untuk (i) Fasilitas Penyambungan antara PLT EBT yang diusulkan dan Titik Sambung, termasuk tetapi tidak terbatas pada, kabel, tiang dan peralatan (trafo, switchgear, relai, meter, link komunikasi dan peralatan serta perangkat lainnya), (ii) Fasilitas Penyambungan PLN dari Sistem Distribusi PLN ke Titik Sambung, dan (iii) Perbaikan/*upgrade* Sistem Distribusi PLN yang disebabkan oleh usulan penyambungan PLT EBT. Studi Fasilitas Penyambungan juga memberikan perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pembangunan serta pemasangan fasilitas tersebut.

Studi Fasilitas Penyambungan harus diselesaikan sesuai jadwal proyek Pengembang. PLN Wilayah atau Distribusi menyelesaikan review laporan studinya dalam perkiraan waktu 25 hari kerja setelah menerima laporan studi. Jika studi belum memadai, PLN Wilayah atau Distribusi mengembalikan Laporan Studi Fasilitas Penyambungan dengan penjelasan tertulis ke Pengembang untuk koreksi dan/atau perbaikan.

#### **3.4.3 Implementasi dan Tanggung Jawab Biaya Review dan Studi Penyambungan**

PLT EBT dengan kapasitas kecil yang berhak meminta review *Fast-Track*, PLN Wilayah atau Distribusi melakukan pemeriksaan kelayakan *Fast-Track*, dan review singkat tambahan serta studi dampak sistem distribusi terkait (jika ada) pada aplikasi penyambungan PLT EBT yang diusulkan, dan Pengembang dibebaskan dari biaya Review. PLT EBT yang memenuhi syarat untuk sambungan *Fast-Track* atau tidak, Pengembang bertanggung jawab untuk melaksanakan Studi Fasilitas Penyambungan untuk memastikan desain fasilitas penyambungan sesuai dengan standar teknik yang tepat.

### **3.5 Kesesuaian dengan Proses Review dan Persetujuan Pemerintah terhadap Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Jenis Khusus**

Sub-bab ini menjelaskan aplikasi penyambungan dan persyaratan studi dalam kaitannya dengan proses review khusus, persetujuan dan jadwal waktu yang ditetapkan oleh peraturan ESDM tentang pembelian tenaga listrik PLN dari jenis PLT EBT tertentu, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Air (sampai dengan kapasitas 10 MW), Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota, dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik.

### 3.5.1 Aplikasi Penyambungan dan Persyaratan Studi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (sampai dengan kapasitas 10 MW)

Permen No. 12/ESDM/2014 menetapkan prosedur khusus untuk Pengembang Pembangkit Listrik Tenaga Air (sampai dengan kapasitas 10 MW) mengajukan permohonan izin dari ESDM untuk menjadi badan usaha Pembangkit Listrik Tenaga Air, menandatangani PJBL dengan PLN, dan mengusulkan izin usaha (IUPTL) untuk membangkitkan dan menjual tenaga listrik ke PLN. Permen 12/ESDM/2014 juga menginstruksikan PLN untuk secara teknis memverifikasi (i) hasil pra-studi kelayakan sebagai prasyarat bagi ESDM untuk mempertimbangkan aplikasi Pengembang untuk penunjukan badan usaha (Pasal 7), dan (ii) laporan kelayakan proyek sebelum penandatanganan PJBL (Pasal 12).

Untuk keperluan pelaksanaan verifikasi teknis oleh PLN, laporan pra-studi kelayakan harus dilengkapi dokumen-dokumen terkait penyambungan, sebagai berikut:

- (i) Formulir Aplikasi Penyambungan (Lampiran A pada Pedoman) termasuk indikasi untuk review Penyambungan *Fast-Track* atau tidak, dan
- (ii) Apabila usulan tersebut bukan penyambungan *Fast Track* maka harus dilakukan review standar yang dilengkapi dengan
  - a. Studi Kelayakan Penyambungan lengkap yang menunjukkan bahwa penyambungan Pembangkit Listrik Tenaga Air (sampai dengan kapasitas 10 MW) yang diusulkan tidak akan (a) melebihi batas kapasitas termal dan kapasitas hubung singkat sistem distribusi PLN, dan (b) menyebabkan aliran daya balik pada sistem distribusi PLN. Apabila Studi Kelayakan Penyambungan akan menimbulkan dampak negatif maka perlu dilakukan Studi Dampak Sistem Distribusi yang menentukan langkah-langkah (termasuk perbaikan/ *upgrade* sistem distribusi yang sesuai) untuk mengurangi dampak potensial yang diidentifikasi merugikan pada sistem distribusi PLN, dan
  - b. Studi Fasilitas Penyambungan yang menentukan fasilitas penyambungan yang diperlukan, yang memenuhi persyaratan teknis penyambungan diatur dalam Bab 4 dari Pedoman, dan perbaikan/*upgrade* sistem distribusi PLN yang diperlukan untuk memitigasi dampak merugikan yang diidentifikasi dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (sampai dengan kapasitas 10 MW) yang diusulkan pada sistem distribusi PLN.

Pengembang bertanggung jawab untuk pelaksanaan studi-studi diatas dan dapat melibatkan pihak ketiga (Konsultan/Kontraktor) untuk melaksanakan studi. PLN Wilayah atau Distribusi akan mereview dan menyetujui (atau menolak) studi tersebut.

Fasilitas penyambungan yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan teknis yang ditetapkan dalam Bab 4 dari Pedoman, dan perbaikan/*upgrade* sistem distribusi yang diperlukan untuk mengurangi dampak merugikan yang diidentifikasi dari usulan Pembangkit Listrik Tenaga Air (sampai dengan kapasitas 10 MW) dimasukkan sebagai lampiran teknis ke dalam PJBL.

### 3.5.2 Aplikasi Penyambungan dan Persyaratan Studi Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota (sampai dengan kapasitas 10 MW)

Permen No. 19/ESDM/2013 mengatur prosedur khusus dan jadwal waktu untuk Pengembang dalam mengajukan permohonan untuk disetujui menjadi Pengembang Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota, Direktur Jenderal EBTKE ESDM akan me-review dan menyetujui permohonan tersebut. ESDM menugaskan PLN untuk membeli tenaga listrik dari Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota, sekaligus menyetujui pembelian tenaga listrik oleh PLN. Pasal 9 Permen No. 19/ESDM/2013 mengharuskan Pengembang untuk menyerahkan Studi Kelayakan Teknis, sebagai salah satu syarat dalam pengajuan aplikasi menjadi Pengembang Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota.

Untuk memastikan bahwa Pembangkit Listrik Sampah Kota (sampai dengan kapasitas 10 MW) yang diusulkan untuk dihubungkan ke sistem distribusi PLN tidak akan menimbulkan dampak buruk pada sistem distribusi PLN, Studi Kelayakan Teknis yang disampaikan oleh para Pengembang harus memasukkan persyaratan terkait penyambungan, sebagai berikut:

- (i) Formulir Aplikasi Penyambungan (Lampiran A pada Pedoman) untuk Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota (sampai dengan kapasitas 10 MW) yang diusulkan, termasuk indikasi untuk review Penyambungan *Fast-Track* atau tidak, dan
- (ii) Apabila usulan tersebut bukan penyambungan *Fast Track* maka harus dilakukan review standar yang dilengkapi dengan :
  - a. Studi Kelayakan Penyambungan lengkap yang menunjukkan bahwa penyambungan Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota (sampai dengan kapasitas 10 MW) yang diusulkan tidak akan (a) melebihi batas kapasitas termal dan kapasitas hubung singkat sistem distribusi PLN, dan (b) menyebabkan aliran daya balik pada sistem distribusi PLN. Apabila Studi Kelayakan Penyambungan akan menimbulkan dampak negatif maka perlu dilakukan Studi Dampak Sistem Distribusi yang menentukan langkah-langkah (termasuk perbaikan/*upgrade* sistem distribusi yang sesuai) untuk mengurangi dampak potensial yang diidentifikasi merugikan pada sistem distribusi PLN, dan
  - b. Studi Fasilitas Penyambungan yang menentukan fasilitas penyambungan yang diperlukan, yang memenuhi persyaratan teknis penyambungan diatur dalam Bab 4 dari Pedoman, dan perbaikan/*upgrade* sistem distribusi PLN yang diperlukan untuk memitigasi dampak merugikan yang diidentifikasi dari Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota (sampai dengan kapasitas 10 MW) yang diusulkan pada sistem distribusi PLN.

Pengembang bertanggung jawab untuk pelaksanaan studi-studi diatas dan dapat melibatkan pihak ketiga (Konsultan/Kontraktor) untuk melaksanakan studi. PLN Wilayah atau Distribusi akan me-review dan menyetujui (atau menolak) studi tersebut.



Fasilitas penyambungan yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan teknis yang ditetapkan dalam Bab 4 dari Pedoman, dan perbaikan/*upgrade* sistem distribusi yang diperlukan untuk mengurangi dampak merugikan yang diidentifikasi dari usulan Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota (sampai dengan kapasitas 10 MW) dimasukkan sebagai lampiran teknis ke dalam PJBL.

### **3.5.3 Aplikasi Penyambungan dan Persyaratan Studi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik**

Permen No. 17/ESDM/2013 menetapkan prosedur dan jadwal waktu untuk ESDM mengevaluasi dokumen penawaran yang disampaikan oleh Pengembang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik, dan menugaskan PLN untuk membeli tenaga listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik dari Pemenang Pelelangan. Permen No. 17/ESDM/2013 menetapkan bahwa dokumen penawaran yang disampaikan harus memasukkan rancang bangun rinci (*Detailed Engineering Design*) dan spesifikasi teknis dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik, serta dokumen-dokumen lain yang diperlukan. Untuk memastikan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik yang diusulkan tidak akan menyebabkan dampak buruk pada sistem distribusi PLN, dokumen penawaran yang diajukan oleh Pengembang harus memasukkan persyaratan penyambungan terkait, sebagai berikut:

- (i) Formulir aplikasi penyambungan lengkap (Lampiran A Pedoman) untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik yang diusulkan,
- (ii) Studi Kelayakan Penyambungan lengkap yang menunjukkan bahwa penyambungan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik yang diusulkan tidak akan (a) melebihi batas kapasitas termal dan batas kapasitas hubungan singkat sistem distribusi PLN, dan (b) menyebabkan aliran daya balik pada sistem distribusi PLN. Jika tidak, dilakukan Studi Dampak Sistem Distribusi lengkap yang menentukan langkah-langkah (termasuk perbaikan/*upgrade* sistem distribusi yang sesuai) untuk mengurangi dampak potensial yang diidentifikasi merugikan pada sistem distribusi PLN, dan
- (iii) Studi Fasilitas Penyambungan lengkap akan menentukan fasilitas penyambungan yang diperlukan, yang memenuhi persyaratan teknik penyambungan diatur dalam Bab 4 Pedoman, dan perbaikan/*upgrade* sistem distribusi yang diperlukan untuk mengurangi dampak merugikan yang diidentifikasi dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik yang diusulkan pada sistem distribusi PLN.

Pengembang bertanggung jawab untuk pelaksanaan studi-studi diatas dan dapat melibatkan pihak ketiga (Konsultan/Kontraktor) untuk melaksanakan studi. PLN Wilayah atau Distribusi akan me-review studi tersebut dan menyampaikan hasil review kepada Panitia Pelelangan.

Fasilitas penyambungan yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan teknis yang ditetapkan dalam Bab 4 dari Pedoman, dan perbaikan/*upgrade* sistem distribusi yang diperlukan untuk mengurangi dampak merugikan yang diidentifikasi dari usulan

Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik dimasukkan sebagai lampiran teknis ke dalam PJBL.

### **3.6 Kajian Kelayakan Pembelian Tenaga Listrik dari Usulan PLT EBT**

Setelah review aplikasi penyambungan usulan PLT EBT telah selesai, dan Pengembang setuju dengan hasil review dan biaya fasilitas penyambungan di sisi pengembang, selanjutnya PLN Wilayah atau Distribusi melakukan kajian pembelian tenaga listrik dari PLT EBT. Kajian didasarkan atas perspektif PLN yang meliputi Kajian Kelayakan Operasi, Kajian Kelayakan Finansial dan Kajian Risiko pembelian tenaga listrik PLT EBT termasuk perbaikan/*upgrade* Sistem Distribusi.

#### **3.6.1 Kajian Kelayakan Operasi (KKO)**

Kajian Kelayakan Operasi usulan pembelian tenaga listrik berdasarkan laporan studi kelayakan PLT EBT yang disediakan oleh Pengembang. PLN Wilayah atau Distribusi menilai semua kelengkapan dan keabsahan dari studi kelayakan.

#### **3.6.2 Kajian Kelayakan Finansial/Keuangan (KKF)**

Kajian Kelayakan Finansial/Keuangan pembelian tenaga listrik dari PLT EBT dilakukan berdasarkan pada perspektif PLN, yaitu biaya dan manfaat bagi PLN dibandingkan dengan alternatif penyediaan tenaga listrik milik PLN sendiri. *Financial Internal Rate of Return* (FIRR) dilakukan dalam perhitungan biaya dan keuntungan *life-cycle* proyek. FIRR dari usulan pembelian tenaga listrik minimal lebih besar dari *discount rate* yang ditentukan untuk dinyatakan layak secara finansial. Biaya PLN yang dapat diterima dalam analisa, termasuk, namun tidak terbatas pada:

- i. Biaya fasilitas penyambungan yang terjadi di PLN karena adanya penyambungan PLT EBT dan biaya perbaikan serta peningkatan Sistem Distribusi karena penyambungan yang diusulkan. Tambahan biaya operasi dan pemeliharaan fasilitas penyambungan pada sisi PLN di Titik Sambung, dan
- ii. Biaya pembelian tenaga listrik sesuai dengan yang ditetapkan ESDM.

Manfaat-manfaat PLN yang harus dipertimbangkan dalam KKF meliputi:

- i. Penghematan biaya dari penurunan rugi-rugi tenaga listrik dan perbaikan profil tegangan di Sistem Distribusi PLN.
- ii. Penghematan biaya yang dihasilkan dari pengurangan biaya pembangkitan dari sumber-sumber energi lain seperti Pembangkit Listrik Tenaga Diesel atau Pembangkit Listrik Tenaga konvensional lain.
- iii. Nilai uang dari penurunan emisi Gas Rumah Kaca akibat adanya PLT EBT.

Hasil KKF internal PLN digunakan sebagai salah satu kriteria PLN dalam menentukan investasi biaya perbaikan/*upgrade* sistem distribusi yang disebabkan oleh penyambungan PLT EBT (dapat dilihat lebih rinci pada sub-bab 3.7). Sebagai



catatan, PLN diwajibkan untuk menghubungkan PLT EBT tanpa tergantung hasil KKF internal sesuai Permen ESDM.

### **3.6.3 Kajian Risiko**

Kajian Risiko pembelian tenaga listrik dari PLT EBT yang diusulkan harus mempertimbangkan risiko yang terkait dengan teknologi PLT EBT, pasokan bahan bakar, penurunan kapasitas sistem pembangkitan (*Under Power Generation*), keandalan pasokan listrik, penundaan COD, pembatalan proyek, dan lain-lainnya.

## **3.7 Tanggung Jawab dan Alokasi Biaya Fasilitas Penyambungan dan Perbaikan Fasilitas Sistem Distribusi**

Penyambungan PLT EBT memerlukan fasilitas penyambungan, fasilitas khusus, fasilitas tambahan, serta perbaikan dan atau *upgrade* Sistem Distribusi. Fasilitas penyambungan yang dipasang pada sisi Pengembang dari Titik Sambung akan dimiliki, dioperasikan dan dikelola oleh Pengembang atau PLN. Fasilitas penyambungan yang dipasang pada sisi PLN dari Titik Sambung dan setiap Sistem Distribusi yang dimodifikasi harus dimiliki, dioperasikan dan dikelola oleh PLN.

Semua biaya fasilitas penyambungan di sisi pengembang menjadi tanggung jawab Pengembang. Semua biaya fasilitas penyambungan di sisi PLN dan modifikasi Sistem Distribusi PLN menjadi tanggung jawab PLN.

#### 4. PERSYARATAN-PERSYARATAN TEKNIK PLT EBT

Persyaratan teknik dari Pedoman ini dirancang untuk memastikan bahwa penyambungan dan pengoperasian paralel PLT EBT dengan Sistem Distribusi PLN tidak akan berdampak merugikan pada keselamatan, keandalan dan kualitas daya Sistem Distribusi PLN. Persyaratan teknik dikelompokkan kedalam tiga kategori (i) Fungsi Proteksi, (ii) Fungsi Pencegahan Interferensi Sistem, dan (iii) Persyaratan Spesifik untuk Teknologi Pembangkitan. Persyaratan teknik dari dua kategori yang pertama berlaku untuk semua teknologi PLT EBT, sementara kategori ketiga untuk menjelaskan persyaratan teknik yang spesifik (i) Generator Sinkron, (ii) Generator Induksi dan (iii) PLT EBT Berbasis Inverter. Persyaratan tambahan yang terkait dengan ketidakterusan-menerusan (*intermittency*) pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya Fotovoltaik dimasukkan dalam sub-bab yang terpisah.

Persyaratan teknik yang ditetapkan dalam bab ini terkait dengan persyaratan teknik umum yang terdapat dalam Aturan Distribusi Tenaga Listrik (Bab IV – Aturan Penyambungan), dan termasuk proteksi tambahan serta persyaratan keamanan teknik yang tidak secara eksplisit tercakup dalam Aturan Distribusi Tenaga Listrik. Proteksi tambahan dan persyaratan keamanan teknik diadopsi atau dimodifikasi dari *best practices* internasional yang disesuaikan dengan kondisi Sistem Distribusi PLN. *Best practices* internasional yang digunakan atau diadopsi adalah standar IEEE, IEC, UL dan *California Model Electric Rule 21* (Fasilitas Interkoneksi Pembangkit Listrik). Perbandingan persyaratan teknik umum dari Aturan Distribusi Tenaga Listrik dengan persyaratan teknik yang ditetapkan dalam Pedoman ini dapat dilihat pada Lampiran B.

##### 4.1 Persyaratan Fungsi Proteksi

PLT EBT disyaratkan untuk dilengkapi dengan fungsi proteksi yang dirancang untuk mendeteksi (i) gangguan seimbang dan tidak seimbang (dari *line to ground*, *line to line*, 3 fasa), (ii) tegangan dan frekuensi abnormal, dan (iii) kondisi *islanding* pada Sistem Distribusi PLN. Fungsi proteksi PLT EBT harus mampu memberikan respon yang memadai pada kondisi yang merugikan, seperti yang ditetapkan dalam bab ini, sehingga tidak akan berdampak buruk pada Sistem Distribusi PLN.

Sistem proteksi untuk PLT EBT harus dikembangkan secara terkoordinasi dengan sistem proteksi Sistem Distribusi PLN dan mempertimbangkan kemampuan operasi PLT EBT seperti rentang operasional frekuensi dan tegangan, dan lain-lain.

Pengembang PLT EBT bertanggung jawab untuk menjaga fasilitas PLT EBT dan fasilitas penyambungan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh cacat desain dalam peralatan PLT EBT atau oleh dampak eksternal. Pedoman ini tidak mengatur proteksi internal PLT EBT.

Fungsi proteksi PLT EBT harus terdiri atas sebagaimana diuraikan pada sub bab dibawah ini.

#### 4.1.1 Fungsi Trip Tegangan Lebih atau Tegangan Kurang dan Frekuensi

Fungsi ini dibutuhkan agar PLT EBT dapat merespon tegangan dan frekuensi abnormal dari Sistem Distribusi dan memutus penyaluran tenaga listrik ke Sistem Distribusi agar terhindar dari dampak yang merugikan pada Sistem Distribusi PLN.

#### 4.1.2 Fungsi Penginderaan Tegangan dan Frekuensi serta Waktu Tunda

Fungsi ini diperlukan oleh Pembangkit Listrik Energi Terbarukan:

- (i) untuk mencegah PLT EBT agar tidak mengalirkan tegangan (*energizing*) ke Sistem Distribusi PLN ketika Sistem Distribusi tersebut tidak bertegangan (*de-energizing*), dan
- (ii) untuk mengizinkan penyambungan kembali dengan Sistem Distribusi PLN harus pada tegangan dan frekuensi Sistem Distribusi berada di dalam rentang normal seperti ditetapkan dalam Aturan Distribusi Tenaga Listrik. Sistem penyambungan PLT EBT harus meliputi waktu tunda yang dapat diatur (atau waktu tunda yang ditetapkan selama 5 menit) yang dapat menunda penyambungan kembali sampai 5 menit setelah Tegangan dan Frekuensi tunak (*steady-state*) pada Sistem Distribusi Listrik dipulihkan dalam rentang normal.

#### 4.1.3 Anti-Islanding

PLT EBT dilengkapi dengan fungsi proteksi untuk mencegah PLT EBT berkontribusi terhadap pembentukan *unintended island* dan untuk menghentikan *energizing* Sistem Distribusi PLN dalam waktu dua detik pada saat pembentukan *unintended island*.

Setelah PLT EBT berhenti menyalurkan tenaga listrik ke jaringan distribusi, *Distribution Control Center* atau otoritas PLN lainnya memiliki kewenangan mengoperasikan sistem *islanding* dengan PLT EBT untuk meminimalkan pemadaman listrik pelanggan.

#### 4.1.4 Deteksi Gangguan Jaringan Distribusi

PLT EBT dengan SCCR lebih tinggi dari 0,1 atau PLT EBT yang tidak memiliki fungsi *Anti-Islanding* dipersyaratkan untuk memiliki fungsi proteksi untuk mendeteksi gangguan pada Sistem Distribusi baik dari *phase to phase* maupun dari masing-masing *phase to ground*, dan berhenti untuk menyalurkan tenaga listrik ke Sistem Distribusi PLN dalam waktu 2 detik sejak gangguan terdeteksi. PLT EBT harus tidak menyalurkan tenaga listrik ke jaringan Sistem Distribusi PLN sebelum penutupan kembali peralatan Sistem Distribusi PLN.

#### 4.1.5 Persyaratan Transfer Trip

Jika PLT EBT dengan kapasitas 1 MW atau lebih besar tidak dapat mendeteksi gangguan Sistem Distribusi atau adanya pembentukan *Unintended Islanding*, dan menghentikan memberikan tenaga listrik pada jaringan distribusi dalam waktu 2

(dua) detik, maka diperlukan skema Transfer Trip langsung yang memungkinkan DCC atau Unit PLN berwenang untuk secara otomatis menghentikan PLT EBT dengan menggunakan sambungan komunikasi otomatis.

#### **4.1.6 Alat Pemutus Interkoneksi Manual**

Untuk keperluan pengoperasian Sistem Distribusi PLN, PLT EBT memasang alat pemutus penyambungan yang manual, tampak mata, siap diakses dan dapat dikunci dalam posisi terbuka untuk pemisahan PLT EBT dari Sistem Distribusi. Alat pemutus harus diletakkan di antara PLT EBT dan Sistem Distribusi PLN. PLT EBT berbasis inverter dengan fitur keamanan yang disetujui oleh PLN, dibebaskan dari persyaratan ini.

#### **4.1.7 Surge Withstand Capability (Kemampuan Ketahanan terhadap Surja)**

PLT EBT memiliki relai proteksi dan relai sistem penyambungan yang dirancang untuk menahan lonjakan tegangan dan arus sesuai dengan standar berlaku di PLN.

#### **4.1.8 Peralatan Paralel**

Peralatan paralel sistem penyambungan PLT EBT mampu menahan 220% dari tegangan sistem penyambungan.

#### **4.1.9 Reclose Blocking**

Kapasitas agregat PLT EBT melebihi 25% dari beban minimal penyulang dengan perangkat *reclosing* otomatis, PLN memerlukan fungsi proteksi tambahan. Proteksi tambahan tersebut termasuk namun tidak terbatas pada *recloser blocking* atau proteksi tambahan lainnya yang melengkapi Penutup Balik Otomatis (PBO/ perangkat *reclosing* otomatis).

#### **4.1.10 Peralatan Tambahan yang Diperlukan**

Peralatan PMT PLT EBT atau peralatan interupsi lainnya yang terletak pada Titik Sambung harus disertifikasi sesuai dengan fungsi dan tujuannya. Peralatan tersebut harus mampu menginterupsi gangguan maksimum yang terjadi di *Point of Common Coupling* (PCC). PLT EBT milik Pengembang dan fasilitas penyambungan harus dirancang sedemikian, sehingga kerusakan setiap perangkat atau komponen harus tidak berpotensi membahayakan keselamatan dan keandalan sistem distribusi PLN.

#### **4.1.11 Proteksi Cadangan**

PLT EBT dengan kapasitas desain terpasang yang lebih besar dari 200 KW atau 1/15 dari beban puncak penyulang, maka PLT EBT harus dilengkapi dengan proteksi cadangan, sehingga ketika ada gangguan pada fungsi proteksi utama sistem masih dapat memenuhi persyaratan waktu mengatasi gangguan.

#### 4.1.12 Perubahan Sistem Proteksi

Pengembang PLT EBT harus memberikan pemberitahuan tertulis kepada PLN sebelum dilakukan perubahan, untuk tiap perubahan yang diusulkan dalam pembuatan sistem proteksi, setting proteksi, prosedur operasi atau peralatan yang akan mempengaruhi penyambungan PLT EBT dan operasi paralel dengan Sistem Distribusi PLN. Perubahan yang diusulkan harus dilakukan pengujian dan sertifikasi ulang, setelah persetujuan PLN dengan persyaratan yang sesuai ditetapkan dalam Bab ini.

Jika PLN harus melaksanakan perubahan pada Sistem Distribusi di lokasi dimana PLT EBT terhubung, Pengembang akan bertanggung jawab atas biaya pengeluaran yang diperlukan untuk identifikasi dan pelaksanaan perubahan pada peralatan proteksi. Perubahan peralatan proteksi akan di-review dan harus memperoleh persetujuan PLN.

### 4.2 Persyaratan Fungsi Pencegahan Interferensi Sistem

PLT EBT dan Fasilitas penyambungan tidak diperbolehkan menyalurkan tenaga listrik pada Sistem Distribusi PLN apabila mengganggu operasi PLN, layanan PLN kepada konsumen, dan fasilitas komunikasi. Jika interferensi seperti itu terjadi, pemilik PLT EBT harus melakukan tindakan pencegahan atas biaya pemilik PLT EBT tersebut, setelah PLN memberikan informasi dan waktu untuk melakukan tindakan pencegahan tersebut. Jika Pengembang PLT EBT tidak melakukan tindakan pencegahan secepatnya atau melanjutkan operasi yang menyebabkan interferensi, PLN dapat memutuskan PLT EBT dari Sistem Distribusi PLN. Untuk menghilangkan gangguan yang tidak diinginkan dalam operasi, setiap PLT EBT harus memenuhi kriteria di bawah ini.

#### 4.2.1 Pengaturan Tegangan

PLT EBT tidak diperbolehkan secara aktif ikut mengatur tegangan pada Titik Sambung ketika sedang paralel dengan Sistem Distribusi PLN. Pengoperasian PLT EBT tidak diperbolehkan menyebabkan gangguan sehingga tegangan layanan konsumen lain menjadi tidak memenuhi persyaratan-persyaratan pada Aturan Distribusi Tenaga Listrik PLN (+5% & -10%).

#### 4.2.2 Respon terhadap Tegangan Abnormal

PLT EBT harus dilengkapi dengan Fungsi Proteksi untuk mendeteksi kondisi tegangan abnormal pada Sistem Distribusi. Ketika tegangan di Titik Sambung pada rentang seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1, PLT EBT harus berhenti menyalurkan energi ke Sistem Distribusi PLN dalam batasan waktu yang telah ditentukan. Fungsi Proteksi harus mendeteksi dan merespon tegangan pada semua fasa dimana PLT EBT terhubung. Untuk PLT EBT dengan kapasitas terpasang 30 KW atau lebih kecil, *set point* tegangan dan *clearing time* harus ditetapkan atau dapat disesuaikan. Untuk PLT EBT dengan kapasitas terpasang lebih dari 30 KW, *set*

*point* tegangan harus dapat disesuaikan, dan *set point* tegangan dan *clearing time* dalam rentang seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 harus disepakati oleh PLN. Rentang tegangan pada Tabel 4.1 tidak dimaksudkan untuk mendefinisikan Fungsi Pengaturan Tegangan seperti yang disebutkan pada bagian di atas.

**Tabel 4.1: Setting Trip Tegangan Lebih/Kurang dan Clearing Time**

<b>Setting Trip Tegangan Lebih/Kurang</b>		
Persentase Tegangan Nominal Titik Sambung	<b>Maximum Clearing Time [1]</b>	
	Jumlah siklus (diasumsikan pada nominal 50 Hz)	Waktu (detik)
Lebih kecil dari 50%	5	0.1
Lebih besar atau sama dengan 50% tapi lebih kecil dari 85%	100	2.0
Lebih besar atau sama dengan 85% tapi lebih kecil atau sama dengan 110%	Operasi Normal	
Lebih besar atau sama dengan 110 tapi lebih kecil atau sama dengan 135%	100	2.0
Lebih besar dari 135%	5	0.1

[1] “Clearing Time maksimum” mengacu pada waktu antara kondisi abnormal dan energize Sistem Distribusi PLN. Fungsi Proteksi mengindera peralatan dan sirkit yang terhubung pada Sistem Distribusi PLN untuk mengizinkan penginderaan kondisi elektris dengan menggunakan fitur “reconnect”. Tujuan diizinkan waktu tunda dan rentang tegangan yang besar adalah agar PLT EBT dapat beroperasi dalam waktu yang singkat pada saat sistem mengalami gangguan dan menghindari trip.

#### 4.2.3 Respon terhadap Frekuensi Abnormal

PLT EBT harus mampu beroperasi dengan output maksimum dalam rentang frekuensi 47,5 hingga 51,0 Hz, khusus untuk PLTB dan PLTS rentang frekuensi 49,0 hingga 51,0 Hz mengacu pada SPLN No. D3.022-2:2012. Jika frekuensi Sistem Distribusi mencapai 50,5 Hz atau lebih tinggi, maka PLT EBT yang berada pada kondisi tidak tersambung/*offline* tidak dapat diparalelkan ke Sistem Distribusi PLN. Tetapi, jika PLT EBT telah mensuplai daya ke Sistem Distribusi PLN, kontrol daya aktif akan diterapkan oleh PLN.

PLT EBT harus dilengkapi dengan Fungsi Proteksi untuk mendeteksi kondisi frekuensi abnormal dari Sistem Distribusi PLN. Jika frekuensi Sistem Distribusi PLN pada Titik Sambung berbeda dan tetap berada di luar level yang ditetapkan (50 Hz) dengan waktu yang ditentukan pada Tabel 4.2, PLT EBT harus menghentikan penyaluran listrik ke Sistem Distribusi PLN dalam *clearing time* maksimum seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.2. Untuk PLT EBT dengan kapasitas terpasang 30 KW atau lebih kecil, *set point* frekuensi dan *clearing time* harus ditetapkan atau dapat disesuaikan. Untuk PLT EBT dengan kapasitas terpasang lebih dari 30 KW, *set point* frekuensi harus dapat disesuaikan, dan *set point* frekuensi serta *clearing*

*time* dalam rentang seperti yang ditunjukkan pada Table 4.2 harus disepakati oleh PLN.

**Tabel 4.2 Respon Peralatan Penyambungan terhadap Frekuensi Abnormal Sistem Distribusi**

Ukuran PLT EBT	Rentang Frekuensi (Hz)	Clearing Times Maksimum*/	
		Jumlah Siklus	Waktu (detik)
Sama dengan atau lebih kecil dari 30 KW	$\geq 51.0$	10	0.2
	$< 47.5$	10	0.2
Lebih besar dari 30 KW	$\geq 51.0$	10	0.2
	$< 47.5$	10	0.2

\*/ *Maksimum clearing time mengacu pada waktu antara terjadinya kondisi abnormal dan PLT EBT berhenti untuk memberikan tegangan ke Sistem Distribusi PLN. Sirkuit dan peralatan pengindera fungsi proteksi tetap terhubung dengan Sistem Distribusi PLN untuk mengindera kondisi sistem kelistrikan agar dapat “reconnect”. Tujuan penundaan waktu yang diperbolehkan pada rentang frekuensi rendah untuk memungkinkan PLT EBT dapat melalui gangguan sistem singkat atau menghindari trip.*

#### 4.2.4 Sinkronisasi

PLT EBT harus beroperasi secara paralel dengan Sistem Distribusi PLN tanpa menyebabkan fluktuasi tegangan di Titik Sambung lebih besar  $\pm 5\%$  dari tegangan Sistem Distribusi PLN, dan memenuhi persyaratan *Flicker*. Dalam penyambungan sinkron dengan Sistem Distribusi PLN, perangkat paralel hanya berada dalam posisi tertutup jika semua tiga parameter sinkronisasi dalam rentang seperti yang ditunjukkan dalam tabel 4.3. Jika salah satu parameter berada di luar rentang, maka perangkat paralel tidak akan menutup.

**Tabel 4.3: Batas Parameter untuk Sinkronisasi Penyambungan**

Batasan Aggregate dari Unit Generator (kVA)	Perbedaan Frekuensi ( $\Delta f$ , Hz)	Perbedaan Tegangan ( $\Delta V/V$ , %)	Perbedaan Sudut Fasa ( $\Delta \Phi$ , °)
0 – 500	0.3	10	20
> 500 – 1,500	0.2	5	15
> 1,500 - 10,000	0.1	3	10

[1] IEEE 1547 -5.1.1B

#### 4.2.5 Flicker

PLT EBT tidak diperbolehkan menghasilkan *flicker* yang merugikan bagi konsumen lain pada Sistem Distribusi PLN. Untuk mengurangi *flicker* yang berlebihan yang disebabkan oleh fluktuasi tegangan pelanggan, *flicker* pada Titik Sambung yang disebabkan oleh PLT EBT tidak boleh melebihi batasan persepsi *flicker* dalam jangka waktu yang singkat (10 menit) ( $P_{st}$ ) dari 1,0 dan persepsi *flicker* dalam jangka



waktu yang lama (2 jam) ( $P_{lt}$ ) dari 0,8. Penjelasan lebih rinci batasan *flicker* dapat ditemukan didalam IEC 61000-3-7: "Assessment of Emission Limits for the Connection of Fluctuating Installations to MV, HV and EHV Power Systems", 2008. *Flicker* meter yang memenuhi standar IEC harus digunakan untuk mengukur  $P_{st}$  dan  $P_{lt}$ , sesuai dengan IEC 61000-4-15: "Testing and Measurement Techniques - Flicker Meter: Functional and Design Specifications," 2010.

Pengoperasian paralel Pembangkit Listrik Energi Terbarukan, termasuk pembangkit listrik yang berfluktuasi seperti Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dan Tenaga Surya Fotovoltaik, cenderung menyebabkan *flicker* yang dapat mengganggu pelanggan listrik lainnya. Aturan Distribusi Tenaga Listrik saat ini tidak memiliki batasan *flicker* secara eksplisit untuk penyambungan pembangkit listrik terdistribusi. Dan beban lokal, terutama di daerah pedesaan, tidak sensitif terhadap *flicker*. PLN Wilayah atau Distribusi memutuskan batasan *flicker* harus dihapuskan sementara atau memenuhi batasan yang ditentukan dari kondisi setempat.

#### 4.2.6 Harmonisa

PLT EBT tidak diperbolehkan menyebabkan masuknya arus harmonik melebihi batas-batas yang tercantum dalam Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 ke Sistem Distribusi PLN di Titik Penyambungan. Injeksi arus harmonik tidak termasuk arus harmonik yang disebabkan oleh distorsi harmonik tegangan yang ada di dalam Sistem Distribusi PLN tanpa PLT EBT.

**Tabel 4.4: Batas Maksimum Distorsi Harmonisa Arus (I) [1, 2]**

Orde Harmonik Individu H (harmonik ganjil)[3]	H<11	11≤H<17	17≤H<23	23≤H<35	35≤H	Distorsi Beban Total
% [4]	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0

[1] Mengacu Aturan Distribusi Tenaga Listrik

[2] Arus (I) sama dengan: (i) arus maksimum beban rata-rata dari Sistem Distribusi Lokal di atas 15 atau 30 menit tanpa Pembangkit Listrik Energi Terbarukan, atau (ii) Kapasitas arus rata-rata PLT EBT (diubah ke sisi Titik Sambung bila ada trafo di antara PLT EBT dan Titik Sambung), yang mana lebih besar.

[3] H mengacu pada perkalian dari nilai pada frekuensi 50 Hz

[4] Harmonik genap dibatasi sampai 25 % dari batas nilai harmonik ganjil di atas.

**Tabel 4.5: Batas maksimum Distorsi HarmonisaTegangan [1]**

Distorsi Tegangan Individu	Distorsi Tegangan Total
3%	5%

[1] Aturan Distribusi Tenaga Listrik

#### 4.2.7 Faktor Daya

Setiap generator dalam PLT EBT harus mampu beroperasi dalam rentang faktor daya dari 0,90 *leading* sampai 0,85 *lagging*. Pengoperasian di luar batasan ini masih dapat diterima selama daya reaktif PLT EBT masih dapat digunakan untuk memenuhi



kebutuhan pemakaian sendiri, atau jika tidak, maka daya reaktif disediakan di bawah pengaturan PLN, tanpa menghasilkan dampak merugikan pada tegangan sistem. Pengembang harus memberitahu PLN jika mereka menggunakan PLT EBT untuk memperbaiki faktor daya. Kecuali jika ada persetujuan lain antara Pengembang dan PLN, PLT EBT harus secara otomatis mengatur faktor daya dan bukan tegangan ketika dioperasikan secara paralel dengan Sistem Distribusi PLN.

#### 4.2.8 Ketentuan Peralihan

Persyaratan teknik untuk mencegah gangguan yang dijelaskan pada bagian ini dapat sementara diabaikan atau pelaksanaannya dialihkan oleh PLN untuk PLT EBT khusus yang disambungkan ke Sistem Distribusi PLN yang tidak sesuai sepenuhnya dengan standar tegangan dan kualitas daya (harmonik dan *flicker*) yang diuraikan dalam Aturan Distribusi Tenaga Listrik. Ketentuan peralihan ini berlaku selama 1 (satu) tahun sejak Pedoman ini diberlakukan.

### 4.3 Persyaratan Teknik Spesifik Teknologi Pembangkit

#### 4.3.1 Generator Sinkron

PLT EBT dengan generator sinkron seperti Pembangkit Listrik Tenaga Biofuel, Biomassa, Air dan Berbasis Sampah Kota Skala Kecil (umumnya lebih besar dari 1 MW) harus memiliki fungsi sinkronisasi dengan dilengkapi oleh peralatan sinkronisasi otomatis atau manual yang memenuhi standar PLN dan sinkronisasi standar yang ditetapkan dalam sub-bab 4.2.4. Jika SCCR dari PLT EBT lebih tinggi daripada 0,05 maka sinkronisasi otomatis diperlukan. Generator sinkron harus secara otomatis mengatur faktor daya dan bukan tegangan. PMT generator sinkron tiga fasa harus sesuai dengan perangkat tiga fasa baik dengan kontrol elektronik atau elektromekanik.

#### 4.3.2 Generator Induksi

PLT EBT dengan generator induksi seperti pada Pembangkit Listrik Tenaga Air mini dan mikro (umumnya kurang dari 1 MW), dan hampir semua Pembangkit Listrik Tenaga Bayu harus memastikan bahwa *in-rush current* yang ditimbulkan oleh pembangkit jenis ini tidak menyebabkan penurunan tegangan di Titik Sambung melebihi 5% dari tingkat normal. Untuk memenuhi persyaratan ini, langkah-langkah mitigasi seperti instalasi pengatur kapasitor korektif mungkin diperlukan. Langkah-langkah mitigasi dan fungsi proteksi terkait harus ditinjau dan di *review* dan disetujui oleh PLN. Generator induksi dengan eksitasi sendiri tidak diizinkan untuk melakukan sinkronisasi ke Sistem Distribusi PLN kecuali generator tersebut dilengkapi dengan fungsi sinkronisasi yang memenuhi standar sinkronisasi PLN dan sinkronisasi standar dalam sub-bab 4.2.4.

### 4.3.3 PLT EBT Berbasis Inverter

Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik menggunakan inverter untuk mengkonversi arus DC yang dihasilkan dari panel surya menjadi arus AC di frekuensi 50 Hz sehingga dapat menyalurkan energi ke Sistem Distribusi PLN. Hanya inverter interaktif jaringan yang dapat terhubung ke Sistem Distribusi PLN. Inverter interaktif jaringan adalah inverter yang memenuhi persyaratan fungsi proteksi, dan pencegahan dari fungsi interferensi sistem seperti yang dijelaskan dalam sub-bab 4.1 dan 4.2. Inverter Surya Fotovoltaik, termasuk inverter Surya Fotovoltaik *rooftop*, jika memenuhi IEC 61727-2004, dan IEC 62116-2008, atau memenuhi UL 1741/IEEE 1547.1:2005, dapat dipasang dan disambungkan ke Sistem Distribusi PLN tanpa pengujian tambahan di lapangan. IEC 61727: *Photovoltaic (PV) Systems – Characteristics of the Utility Interface*, IEC 62116: *Test Procedure of Islanding Prevention Measures for Utility-interconnected Photovoltaic Inverters*, dan UL 1741: *Inverters, Converters, Controllers and Interconnection System Equipment for Use with Distributed Energy Resources*, diakui standar internasional untuk penyambungan inverter dengan sistem tenaga listrik.

PLT EBT berbasis inverter harus membatasi masuknya komponen arus searah kurang dari 0,5% dari nilai arus output ke Sistem Distribusi, dan harus memiliki perangkat pemutus arus DC. Inverter yang beroperasi sebagai sumber tegangan ketika terhubung ke Sistem Distribusi PLN harus memiliki fungsi sinkronisasi yang memenuhi standar sinkronisasi PLN atau standar sinkronisasi yang ditetapkan dalam sub-bab 4.2.4.

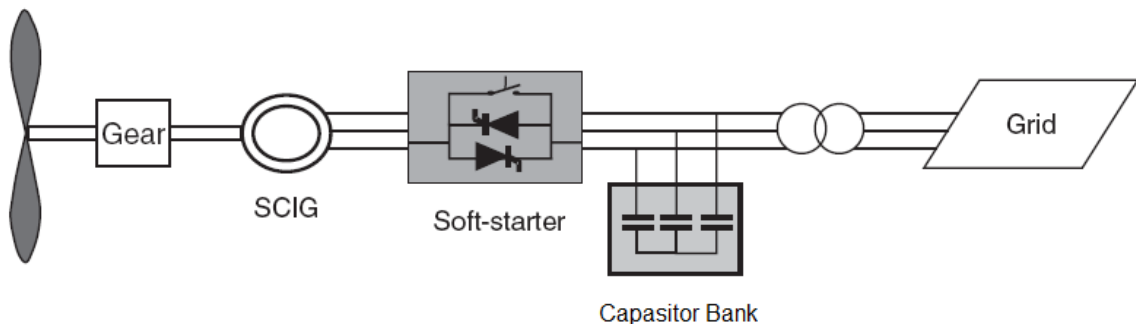
## 4.4 Persyaratan tambahan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu harus memenuhi persyaratan fungsi proteksi, dan fungsi pencegahan interferensi sistem yang dijelaskan dalam sub-bab 4.1 dan 4.2 serta persyaratan teknik yang berlaku untuk Generator induksi yang dijelaskan pada bagian 4.3.2. Pembahasan Empat tipe umum Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (dari tipe I sampai IV dalam tingkatan kemajuan teknologi) difokuskan pada interaksinya dengan Sistem Distribusi PLN. Persyaratan teknik tambahan dirancang untuk meminimumkan dampak (i) jatuh tegangan yang besar pada Titik Sambung selama *start-up* dan pemberhentian turbin angin, dan (ii) perubahan kecepatan angin dan produksi daya yang sangat cepat pada Sistem Distribusi PLN.

### 4.4.1 Tipe I - Generator Induksi dengan Kecepatan Tetap

Tipe ini adalah tipe Pembangkit Listrik Tenaga Bayu klasik yang terdiri dari sebuah turbin angin kecepatan tetap dengan *asynchronous squirrel cage induction generator* (SCIG) yang terhubung langsung ke Sistem Distribusi melalui sebuah trafo (lihat Gambar 4.1). Karena SCIG selalu menarik daya reaktif dari sistem distribusi, konfigurasi ini menggunakan *capacitor bank* untuk kompensasi daya reaktif. Penyambungan ke jaringan yang lebih halus dicapai menggunakan *soft-starter*.

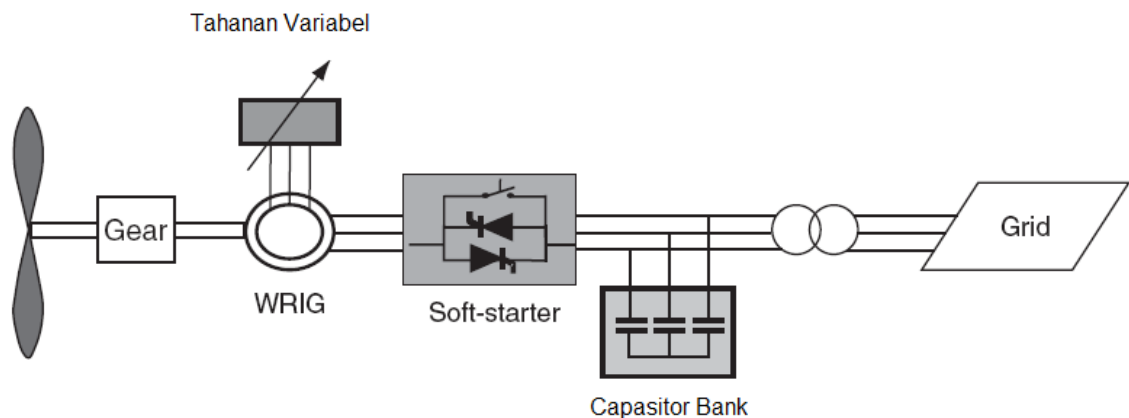
Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Tipe I ini tidak direkomendasikan untuk disambungkan ke Sistem Distribusi dengan level arus hubung singkat yang rendah.



Gambar 4.1 Tipe I -Generator Induksi dengan Kecepatan Tetap

#### 4.4.2 Tipe II - Generator Induksi dengan Kecepatan Variabel Terbatas

Konfigurasi ini (seperti diperlihatkan pada Gambar 4.2) berhubungan dengan Turbin bertenaga angin kecepatan variabel terbatas dengan Generator Induksi menggunakan tahanan rotor variable. Konfigurasi ini menggunakan *Wound Rotor Induction Generator* (WRIG). Generator ini terhubung langsung ke Sistem Distribusi. *Capacitor bank* melakukan kompensasi daya reaktif. Sambungan jaringan yang lebih halus dicapai menggunakan *soft-starter*. Keunikan dari konfigurasi ini adalah sistem ini memiliki tahanan rotor tambahan variabel, yang dapat diganti dengan *optically controlled converter*, terpasang pada poros rotor (*rotor shaft*).

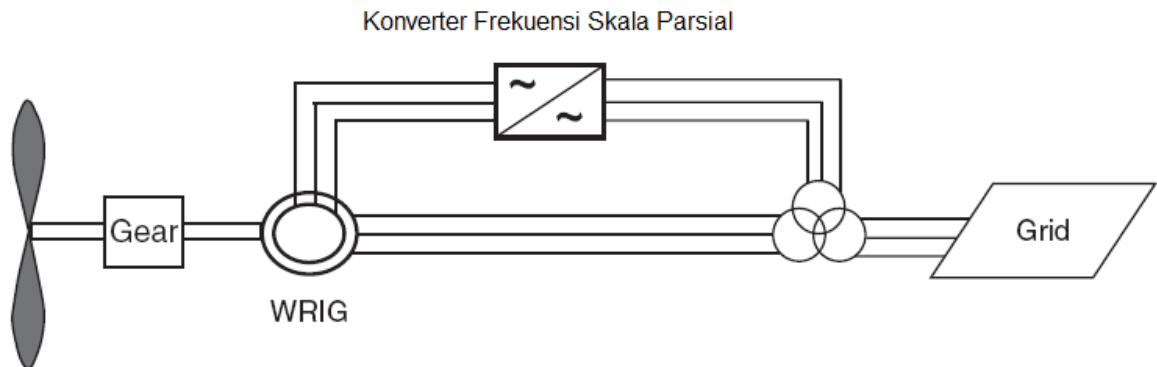


Gambar4.2. Generator Tipe II - Generator Induksi dengan Kecepatan Variabel Terbatas

#### 4.4.3 Tipe III – Generator Induksi *Doubly-Fed* dengan Konverter Frekuensi Skala Parsial

Konfigurasi ini (seperti diperlihatkan pada Gambar 4.3) dikenal sebagai konsep *Doubly Fed Induction Generator* (DFIG), yang berhubungan dengan turbin angin kecepatan variabel terbatas dengan WRIG dan konverter frekuensi skala parsial

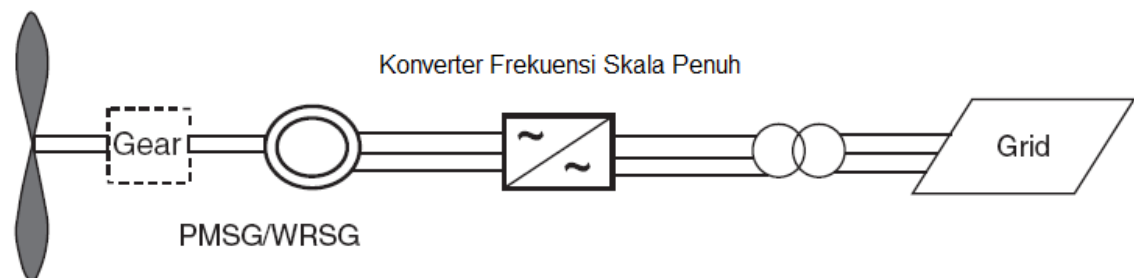
(perkiraan rated 30% dari daya generator nominal) pada sirkit rotor. Konverter frekuensi skala parsial melakukan kompensasi daya reaktif (tidak seperti Tipe I dan II turbin angin yang memerlukan untuk menarik daya reaktif dari Sistem Distribusi untuk men-start turbin) dan memberikan sambungan Sistem Distribusi yang lebih halus.



Gambar4.3. Tipe III - Generator Induksi *Doubly-fed* dengan konverter frekuensi skala parsial

#### 4.4.4 Tipe IV- Mesin Sinkron Kecepatan Variabel dengan *Full-Power Converter Interface*

Konfigurasi ini (seperti diperlihatkan pada Gambar 4.4) untuk turbin angin kecepatan variabel penuh, dengan generator yang tersambung ke sistem Distribusi PLN melalui *full-power converter interface*. Konverter frekuensi melakukan kompensasi daya reaktif untuk mencegah penyerapan daya reaktif dari Sistem Distribusi untuk startup turbin dan sambungan jaringan yang lebih halus. Generator ini dapat dieksitasi secara listrik [*Wound rotor synchronous generator (WRSG)*] atau dengan permanen magnet [*Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG)*].



Gambar 4.4. Tipe IV - Mesin Sinkron Kecepatan Variabel dengan *full-power converter interface*

#### 4.4.5 Persyaratan Tambahan Khusus

- Soft Starter:** Starting generator induksi (Tipe I dan II turbin angin) harus menggunakan *Soft Starter* untuk mengurangi *in-rush current* dan membatasi dampak fluktuasi tegangan pada Sistem Distribusi selama *start-up* dan stop

turbin angin. Jumlah turbin yang dapat dijalankan secara bersamaan harus ditentukan oleh level sirkit hubung singkat dari Sistem Distribusi.

- ii. **Capasitor Bank:** Untuk membatasi dampak merugikan dari penarikan daya reaktif pada Sistem Distribusi untuk kebutuhan eksitasi generator induksi, Pembangkit Listrik Tenaga Bayu perlu dilengkapi kapasitor. Ukuran (dinyatakan dalam Kilovolts-ampere reaktif (kVAR)) setiap kapasitor untuk pasokan daya reaktif di atau dekat generator induksi harus dibatasi sampai lebih kecil dari 30% dari kapasitas generator untuk mencegah eksitasi sendiri. Jika terjadi eksitasi sendiri, Pembangkit Listrik Tenaga Bayu harus mempunyai proteksi yang sesuai dengan persyaratan teknik proteksi yang ditetapkan dari Pedoman ini.

iii. **Starting dan Stopping Turbin Angin:**

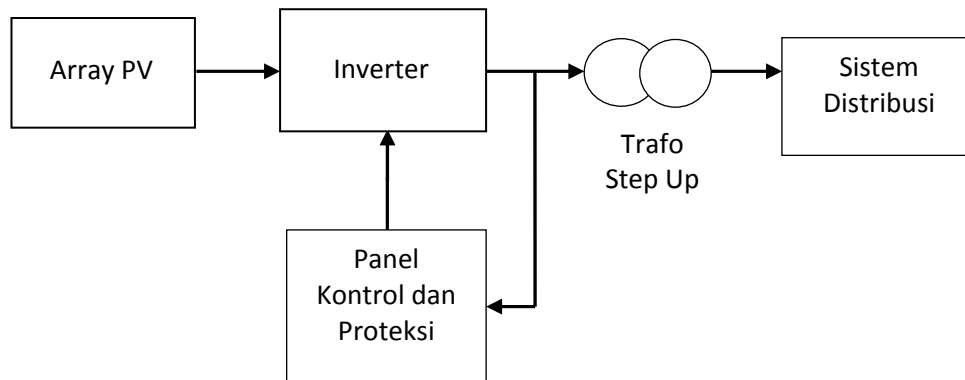
persyaratan umum meliputi:

- a. Pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Bayu harus memungkinkan untuk disambung dan diputus secara eksternal. Jika pembangkit tersebut diputus karena adanya gangguan pada Sistem Distribusi, pembangkit dapat disambung kembali secara otomatis dalam waktu 5 menit setelah kondisi operasi kembali normal dan beberapa pembangkit harus tersambungkan lagi secara berurutan dan dipandu oleh DCC PLN atau Unit PLN yang berwenang lainnya.
- b. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu yang diputus karena kecepatan angin yang tinggi harus dapat disambung kembali secara otomatis ketika kecepatan angin telah turun di bawah batas kecepatan angin yang diijinkan.
- c. Jika Pembangkit Listrik Tenaga Bayu diputus karena adanya kegagalan internal, maka pembangkit tersebut harus dapat disambung kembali ke sistem distribusi PLN ketika kerusakan telah diperbaiki dengan dipandu oleh DCC PLN atau Unit PLN yang berwenang lainnya.
- d. Jika Pembangkit Listrik Tenaga Bayu diputus oleh sinyal eksternal sebelum terjadi gangguan pada jaringan, pembangkit tidak diperbolehkan untuk disambung kembali secara otomatis apabila kondisi operasi telah kembali normal, dan beberapa pembangkit harus tersambungkan lagi secara berurutan dan harus dipandu oleh DCC PLN atau Unit PLN yang berwenang lainnya.

#### 4.5 Persyaratan Teknik Tambahan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik

Penyambungan dan pengoperasian paralel Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik harus memenuhi persyaratan fungsi proteksi dan fungsi pencegahan interferensi sistem, serta persyaratan teknik khusus untuk PLT EBT berbasis inverter seperti yang dijelaskan dalam sub-bab 4.1, 4.2 dan 4.3.3. Gambar 4.5 menunjukkan diagram blok sederhana Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik terhubung ke Sistem Distribusi. Selain modul Surya Fotovoltaik, komponen utama sistem meliputi inverter, trafo *step-up*, dan perangkat kontrol serta proteksi. Teknologi dan desain

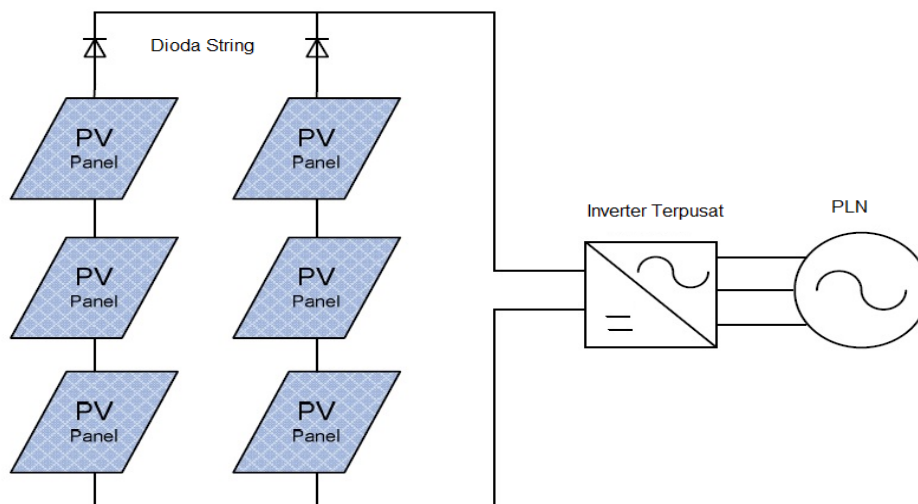
Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik telah mengalami perkembangan yang sangat cepat dalam beberapa tahun terakhir. Empat tipe umum konfigurasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik dijelaskan dalam sub-bab berikut.



**Gambar 4.5: Diagram Sederhana Penyambungan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik**

#### 4.5.1 Konfigurasi Inverter Terpusat

Gambar 4.6 menunjukkan Konfigurasi Inverter Terpusat yang relatif sederhana dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik. Topologi penyambungan pembangkit tipe ini paling murah, karena hanya memiliki satu inverter DC ke AC terpusat untuk string panel fotovoltaik yang dihubungkan secara seri dan paralel untuk menghasilkan tegangan dan arus DC tertentu. Kelemahan lain adalah permasalahan keandalan sistem, dengan adanya gangguan atau kerusakan pada inverter maka akan menyebabkan seluruh pembangkit berhenti beroperasi.

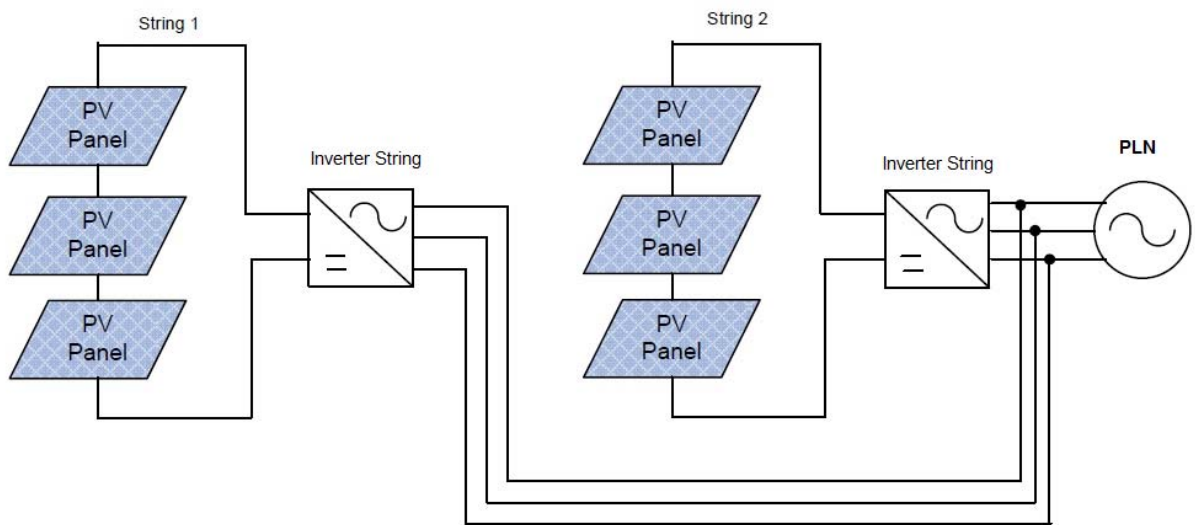


**Gambar 4.6: Konfigurasi Fotovoltaik Inverter Terpusat**

(Trafo antara Inverter Terpusat dan jaringan tidak ditampilkan, begitu pula untuk Gambar 4.7 dan 4.9)

#### 4.5.2 Konfigurasi Inverter Individual String

Gambar 4.7 mengilustrasikan Inverter String *Array* yang mana rangkaian seri tunggal panel Fotovoltaik dihubungkan secara seri dan string terhubung ke inverter tunggal dan ada satu inverter untuk setiap string. Keuntungan dari konfigurasi ini adalah bahwa string inverter memiliki kemampuan pelacakan titik daya maksimum *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) secara terpisah dari setiap string Fotovoltaik untuk mengurangi kerugian dari ketidakcocokan dan bayangan parsial sehingga dapat meningkatkan produksi energi. Kelemahan konfigurasi ini adalah diperlukan jumlah Inverter yang lebih banyak.

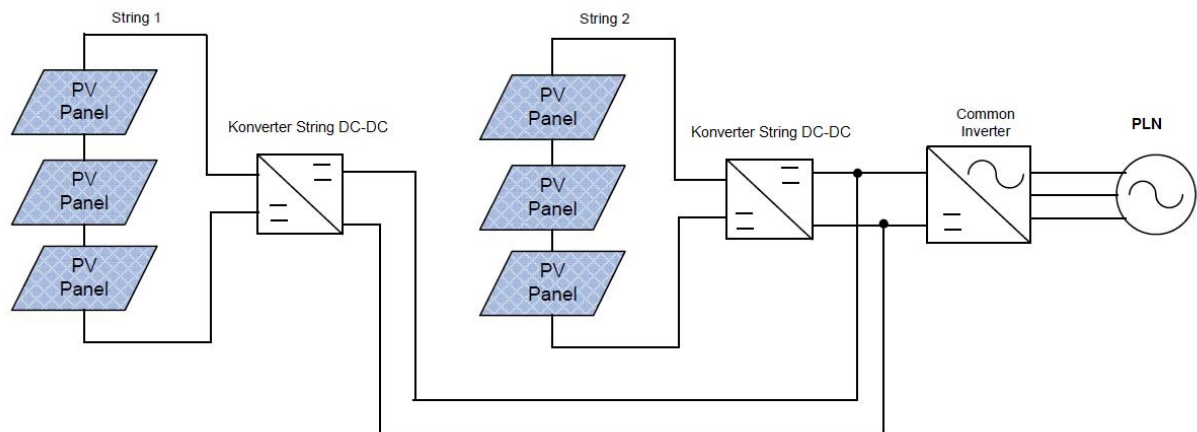


Gambar 4.7. Konfigurasi Individual String Inverter

#### 4.5.3 Konfigurasi Multi - String Inverter

Gambar 4.8 menggambarkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik dengan Konfigurasi Multi-String Inverter. Beberapa string dengan sistem pelacak MPP yang terpisah (menggunakan DC/DC konverter) terhubung ke inverter DC/AC umum untuk menghasilkan AC yang disalurkan ke Sistem Distribusi. Konfigurasi ini memungkinkan untuk mengoptimalkan efisiensi pengoperasian setiap string secara terpisah, dan integrasi berbagai orientasi surya untuk memaksimalkan produksi energi.

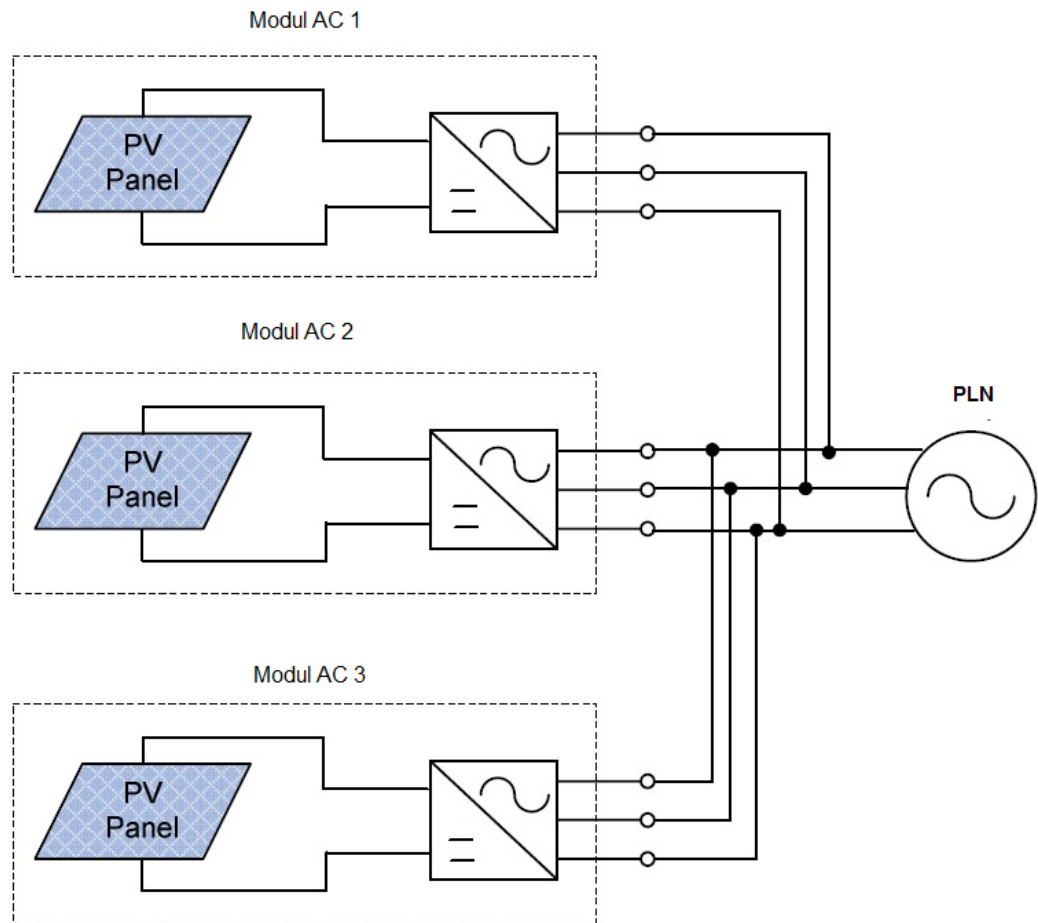




**Gambar 4.8. Konfigurasi *Multi-string* Inverter**

#### 4.5.4 Konfigurasi Inverter Modul AC

Gambar 4.9 menunjukkan konfigurasi inverter modul AC dimana setiap modul Fotovoltaik memiliki inverter DC/AC dan *Maximum Power Point Tracking* (MPPT). Keuntungan dari konfigurasi ini adalah desain yang sangat fleksibel sehingga mudah untuk menambahkan inverter guna meningkatkan kapasitas pembangkit listrik. Selain itu konfigurasi ini meningkatkan produksi energi dengan cara mengurangi kerugian energi dari ketidaksesuaian inverter dan meningkatkan keandalan. Kelemahan dalam konfigurasi ini adalah diperlukan biaya tambahan untuk inverter dan pemeliharaan yang relatif lebih kompleks.



Gambar 4.9. Konfigurasi AC Modul Inverter

#### 4.5.5 Persyaratan teknik tambahan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik

Karena sifat *intermiten* Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik dan potensi dampak yang merugikan pada profil tegangan dari penyulang, terutama pada kondisi beban rendah dan kondisi awan yang cepat tertutup, maka Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik dengan kapasitas terpasang 2 MW atau lebih tinggi memiliki kemampuan untuk:

- Membatasi *ramp* inverter (naik atau turun) pada laju 10% per menit dari kapasitas inverter, berlaku untuk *start up* dan *shut down*, operasi normal, dan perintah pembatasan, kecuali selama terjadi penurunan radiasi surya, dan
- Mengatur waktu *restart* untuk inverter ganda pada 15 detik atau lebih untuk setiap blok 1 MW.

## **4.6 Metering, Monitoring dan Telemetering**

### **4.6.1 Persyaratan Umum**

Semua PLT EBT harus diukur dengan peralatan pengukur/metering yang sesuai dengan standar PLN yang berlaku. Aturan pengukuran dari Aturan Distribusi Tenaga Listrik, dan persyaratan dari PJBL.

### **4.6.2 Metering oleh Pihak Non PLN**

Kepemilikan, instalasi, operasi, pembacaan dan pengujian dari peralatan *revenue* metering harus sesuai dengan SPLN atau Aturan Distribusi Tenaga Listrik (Bab VIII-Aturan Pengukuran).

### **4.6.3 Telemetering**

Jika PLT EBT tersambung ke Sistem Distribusi yang beroperasi pada tegangan 20 kV, Peralatan Telemetering dibutuhkan pada Fasilitas PLT EBT yang berkapasitas 200 kW atau lebih. PLN hanya akan meminta Telemetering, ketika pilihan dengan dampak merugikan yang lebih kecil dan atau pilihan biaya yang lebih efektif untuk penyediaan data secara *real time* tidak tersedia.

### **4.6.4 Lokasi Metering**

Peralatan metering transaksi harus dipasang di dekat Titik Sambung, lokasi dimana PLN menerima daya listrik dari PLT EBT. Jika lokasi metering berbeda dari Titik Sambung, maka mekanisme untuk perhitungan rugi-rugi energi harus dinegosiasikan dan disepakati antara PLN dan Pengembang, dan dituangkan dalam PJBL. Dalam hal metering PLN harus terletak di lokasi yang dimiliki Pengembang, maka Pengembang harus menyediakan lokasi yang tepat untuk semua peralatan metering tersebut tanpa ada biaya yang dibebankan kepada PLN.

### **4.6.5 Biaya Metering**

Pengembang harus menanggung semua biaya metering yang dibutuhkan, termasuk biaya tambahan yang disebabkan oleh pengoperasian dan pemeliharaan peralatan metering oleh PLN. Spesifikasi metering harus sesuai dengan SPLN atau Aturan Distribusi Tenaga Listrik

## **4.7 Persyaratan Komunikasi**

PLT EBT dengan kapasitas terpasang kurang dari 1 MW harus mempunyai setidaknya satu saluran komunikasi seperti telepon atau radio, dsb, yang digunakan untuk komunikasi antara PLT EBT dan DCC PLN atau Unit PLN berwenang lainnya. Jika kapasitas terpasang PLT EBT lebih besar dari 1 MW, maka PLT EBT harus memiliki setidaknya disediakan dua saluran komunikasi untuk *voice* dan data.

## 5. PENGUJIAN, SERTIFIKASI DAN KOMISIONING

Bab ini menjelaskan persyaratan pengujian, sertifikasi dan komisioning hanya untuk peralatan dan fasilitas penyambungan PLT EBT. Pengujian, sertifikasi, dan komisioning unit pembangkit dari PLT EBT yang diusulkan adalah di luar lingkup Pedoman.

Pengujian dan kriteria yang dijelaskan dalam Bab ini diambil dari dokumen IEEE, IEC, UL dan *California Model Electric Rule 21* tentang Fasilitas Interkoneksi Pembangkit, serta Standar Pengujian, Sertifikasi dan Komisioning peralatan dari Kementerian ESDM dan PLN yang berlaku.

Pengujian yang dilakukan pada peralatan penyambungan PLT EBT meliputi (i) Pengujian Jenis, (ii) Pengujian Produksi, (iii) Pengujian Komisioning, dan (iv) Pengujian Berkala. Pengujian ini dilakukan untuk memeriksa kesesuaian dengan standar teknik yang dijelaskan di Bab 4, serta untuk memberikan jaminan bahwa peralatan PLT EBT dan pengoperasian paralel dengan Sistem Distribusi PLN tidak merugikan Sistem Distribusi PLN. Pengujian dilaksanakan dengan asumsi level penetrasi PLT EBT di Sistem Distribusi PLN rendah. Jika level penetrasi PLT EBT meningkat di masa depan, maka diperlukan persyaratan tambahan dan prosedur pengujian yang sesuai.

Bab ini juga memberikan kriteria sertifikasi peralatan penyambungan PLT EBT. Setelah peralatan disertifikasi dengan kriteria yang telah ditentukan, maka instalasi PLT EBT tersebut dapat disambungkan ke Sistem Distribusi PLN. Kecuali disyaratkan dalam Bab ini, PLN tidak perlu mengulang *review* desain atau menguji ulang peralatan yang telah bersertifikat.

### 5.1 Peralatan Penyambungan Bersertifikat & Tidak Bersertifikat

#### 5.1.1 Peralatan Bersertifikat

Uji Jenis harus dilakukan oleh suatu badan pengujian terakreditasi<sup>2</sup> yang disetujui oleh PLN untuk menentukan apakah peralatan penyambungan PLT EBT memenuhi spesifikasi guna dipertimbangkan sebagai Peralatan Bersertifikat untuk penyambungan ke Sistem Distribusi. Sertifikasi dapat berlaku untuk sistem pra-paket (*pre-packaged system*) atau komponen rakitan yang dimaksudkan untuk fungsi proteksi dan kontrol.

Uji Jenis dapat dilakukan di pabrik pembuat atau laboratorium pengujian. Ketika peralatan disertifikasi oleh badan pengujian terakreditasi, badan pengujian tersebut paling sedikit memberikan sertifikat kepada produsen dengan informasi berikut pada masing-masing peralatan :

---

<sup>2</sup> Sebagaimana diatur dalam Permen No. 5/ESDM/2014 tentang “Tatacara Akreditasi Dan Sertifikasi Ketenagalistrikan”

**Administratif :**

- i. Tanggal efektif Sertifikasi atau nomor seri Sertifikat yang berlaku dan atau bukti lain mengenai Sertifikasi yang kini berlaku;
- ii. Nomor model peralatan dari Peralatan Bersertifikasi;
- iii. Versi perangkat lunak yang digunakan dalam peralatan, jika digunakan;
- iv. Prosedur pengujian tertentu (termasuk tanggal atau nomor revisi); dan
- v. Akreditasi Laboratorium (Nama Laboratorium dan Standar yang digunakan).

**Teknik :**

- i. Kapasitas peralatan (kW atau kWp, kVA, Volt, Ampere, dll.);
- ii. Arus gangguan maksimum dalam Ampere;
- iii. Arus *In-Rush* dalam Ampere;
- iv. *Trip point*, jika ditentukan oleh produsen/*fixed* (nilai dan waktu trip) ;
- v. *Trip point* dan rentang waktu untuk *adjustable* (*setting*);
- vi. Nominal faktor daya atau rentangnya jika dapat diatur, dan
- vii. Jika peralatan mempunyai Sertifikasi *Non-Islanding*.

Pabrik pembuat peralatan bertanggung jawab memastikan bahwa informasi dalam sertifikasi harus tersedia untuk umum, laboratorium pengujian, atau oleh pihak ketiga.

**5.1.2 Peralatan Tidak Bersertifikat**

Untuk peralatan tidak bersertifikat, beberapa atau semua pengujian yang dijelaskan dalam Pedoman ini dapat diminta oleh PLN untuk setiap PLT EBT dan atau Fasilitas Penyambungan. Pabrik pembuat atau badan pengujian terakreditasi yang diterima PLN dapat melakukan pengujian ini. Hasil pengujian untuk peralatan tidak-bersertifikat harus diserahkan ke PLN untuk *review* tambahan. Persetujuan PLN untuk peralatan penyambungan yang digunakan untuk PLT EBT tertentu dan atau Fasilitas Penyambungan, tidak berarti persetujuan PLN untuk penggunaan peralatan yang sama di PLT EBT dan atau Fasilitas Penyambungan lainnya.

**5.2 Uji Jenis**

Uji Jenis dilakukan untuk menentukan bahwa peralatan penyambungan PLT EBT memenuhi spesifikasi sebagai Peralatan Bersertifikat. Persyaratan yang dijelaskan dalam Bab ini hanya mencakup masalah yang berkaitan dengan fungsi proteksi dan kontrol peralatan penyambungan PLT EBT dan tidak dimaksudkan untuk mengatasi keselamatan peralatan atau masalah lainnya.

Tabel 5.1 menunjukkan Uji Jenis dan persyaratan untuk sertifikasi peralatan penyambungan untuk tiga jenis teknologi PLT EBT: (i) Generator Sinkron, (ii)

Generator Induksi, dan (iii) Inverter. Lembaga pengujian yang terakreditasi harus menyesuaikan dengan prosedur pengujian dari SNI dan PLN, serta IEEE 1547.1-2005, UL 1741, juga IEC yang diperlukan untuk menguji fungsi kontrol dan proteksi peralatan penyambungan PLT EBT. Uji Jenis untuk respon terhadap frekuensi abnormal harus dilakukan berdasarkan frekuensi nominal sistem tenaga listrik 50 Hz seperti ditunjukkan pada Tabel 4.2. Prosedur pengujian harus mampu mengerjakan pengukuran peralatan penyambungan dengan ketelitian yang tepat sesuai dengan standar teknik yang ditetapkan dalam Bab 4, untuk setiap fungsi Proteksi dan Kontrol. Prosedur pengujian harus disepakati oleh pabrikan dan disetujui oleh PLN.

**Tabel 5.1: Pengujian Jenis dan Persyaratan untuk Sertifikasi Peralatan Penyambungan**

Jenis Pengujian	Generator Sinkron	Generator Induksi	Inverter
Respons terhadap tegangan abnormal distribusi	X	X	X
Respons terhadap frekuensi abnormal distribusi	X	X	X
<i>Anti-islanding</i>	X	X	X
<i>Loss of control circuit</i>	X	X	X
Sinkronisasi	X	1	1
Reset relay	X	X	X
Hubung Singkat	X	X	X
Faktor Daya	X	X	X
<i>Connection integrity</i>	X	X	X
<i>Surge withstand capability</i>	X	X	X
Distorsi Harmonik	X	X	X
<i>Flicker</i>	X	X	X
<i>Inrush current</i>		X	
<i>DC injection</i>			X
<i>DC isolation</i>			X

*X : Diperlukan*

*1 : Diperlukan untuk semua generator induksi penguatan sendiri, dan inverter yang beroperasi sebagai sumber tegangan ketika terhubung ke Sistem Distribusi.*

### 5.3 Uji Produksi

Uji Produksi dilakukan untuk memverifikasi pengoperasian peralatan penyambungan yang diproduksi untuk digunakan di lapangan. Standar proteksi tertentu (diatur dalam Bab 4) memungkinkan penyesuaian dari *set point*, Uji Produksi dilakukan untuk mengkonfirmasi setting pabrikan tentang persyaratan tertentu dari standar. Pada Uji Produksi diasumsikan bahwa Uji Jenis telah memverifikasi kesesuaian peralatan penyambungan dengan standar proteksi. Oleh karena itu, Uji Produksi meliputi hanya (i) respon terhadap tegangan abnormal sistem distribusi, (ii) respon terhadap frekuensi abnormal sistem distribusi, dan (iii) sinkronisasi. Pengujian fungsi proteksi ini harus didasarkan pada setting dan spesifikasi pabrikan. Uji Produksi dapat dilakukan di pabrik atau bagian dari Pengujian Komisioning.

## 5.4 Uji Komisioning

### 5.4.1 Umum

Uji Komisioning harus dilakukan setelah peralatan penyambungan terpasang dan siap untuk dioperasikan. Tujuan dari uji komisioning adalah untuk memverifikasi bahwa peralatan penyambungan PLT EBT telah dilengkapi dan dipasang sesuai standar teknik yang ditetapkan dalam Bab 4. Lembaga pengujian yang terakreditasi, yang disetujui oleh PLN, harus melakukan atau mengawasi secara langsung uji komisioning. Dimana pengoperasian peralatan penyambungan terintegrasi dan tergantung pada pengoperasian Sistem Distribusi PLN, uji komisioning harus dikoordinasikan dan disetujui oleh DCC PLN atau Unit PLN yang berwenang. DCC PLN atau Unit PLN yang berwenang, jika diperlukan dapat menyaksikan pengujian komisioning seperti dijelaskan dalam bagian ini. Komisioning di luar peralatan penyambungan diatur tersendiri.

Badan pengujian harus menyiapkan laporan uji komisioning yang berisi hasil semua pengujian dan daftar setting terakhir peralatan. Uji komisioning perlu diulang sampai laporan selesai dan disetujui oleh PLN.

### 5.4.2 Prosedur Pengujian

Uji komisioning dilakukan berdasarkan prosedur tertulis. Prosedur pengujian disediakan oleh Pabrikan dan harus disetujui oleh pemilik peralatan dan PLN. Prosedur Uji komisioning tertulis harus meliputi:

- Verifikasi dan inspeksi
- Uji Fungsi di Lapangan
- Uji fungsi *cease-to-energized*
- Uji fungsi *Unintentional islanding*, dan
- Uji revisi *setting*

Prosedur ini diringkas sebagai berikut:

#### 5.4.2.1 Verifikasi dan Inspeksi

- a. Verifikasi peralatan sambungan dan instalasinya sesuai SPLN.
- b. Data *setting* yang dipakai.
- c. Inspeksi secara visual pelaksanaan sistem pembumian sesuai SPLN.
- d. Inspeksi dan verifikasi secara visual pengoperasian perangkat isolasi, jika diperlukan.
- e. Memastikan bahwa polaritas, beban, dan rasio CT dan VT terpasang sudah benar dan sesuai dengan desain.
- f. Inspeksi visual, uji kontinuitas, atau uji tahanan isolasi dilakukan untuk memastikan pengawatan dan kontrol sudah sesuai dengan gambar dan persyaratan pabrikan.
- g. Menguji perangkat proteksi penyambungan dengan perangkat pemutus terkait (misalnya, kontaktor atau PMT), jika tidak diuji selama Uji Produksi untuk



memverifikasi bahwa perangkat pemutus terkait terbuka saat perangkat proteksi bekerja, sama halnya uji sirkit *interlocking* antara perangkat proteksi dan pemutus jika tidak diuji selama Uji Produksi.

- h. Pada sistem tiga fasa, urutan fasa pada PLT EBT dan Sistem Distribusi harus diperiksa, serta harus dipastikan keduanya sesuai sebagaimana terpasang.
- i. Memastikan fungsi semua ketentuan *monitoring* seperti yang diatur dalam Bab 5.

#### 5.4.2.2 Uji Fungsi di Lapangan

Uji Fungsi di Lapangan adalah Uji Produksi (termasuk dalam 5.3) yang belum dilakukan di pabrik, maka harus dilakukan di lapangan. Uji Produksi harus diulang untuk perubahan dalam perangkat lunak atau perangkat keras peralatan, seperti yang dipersyaratkan dalam Bagian 5.3.

#### 5.4.2.3 Uji Fungsi *Cease-to-Energize*

Pengujian ini untuk memastikan bahwa Pemutus Beban dapat beroperasi, atau PLT EBT *cease to energize* terminal output yang terhubung pada semua fasa ke Sistem Distribusi PLN bila kondisi *unintended island* terjadi, dan tidak dihubungkan kembali untuk waktu tunda tertentu yang diatur dalam Bab 4.

#### 5.4.2.4 Uji Fungsi *unintended island*

Dalam hal fungsi *reverse power* atau *minimum power* digunakan sebagai sarana untuk mencegah *unintended island*, sistem penyambungan PLT EBT harus diuji untuk memverifikasi fungsi *unintended island* terpenuhi dan PLT EBT *cease to energize*. Pengujian harus dilakukan dengan menyesuaikan output PLT EBT dan beban lokal, dengan metode *signal injection*, atau metode lain yang disetujui oleh PLN.

#### 5.4.2.5 Uji Revisi Setting

Verifikasi di lapangan diperlukan jika Setting Fungsi Proteksi (misalnya, respon terhadap tegangan dan frekuensi abnormal) telah diubah setelah Pengujian Produksi (Bagian 5.3). Verifikasi dapat dilakukan dengan (i) menggunakan *signals injected* ke sirkit pengindera tegangan dan arus, (ii) menerapkan *waveforms*, (iii) berbagai *set point* untuk menunjukkan peralatan trip pada frekuensi dan tegangan Sistem Distribusi yang diukur, atau (iv) metode lain yang ditentukan oleh prosedur tertulis dari pabrikan.

### 5.5 Uji Berkala

Uji berkala dan kalibrasi fungsi proteksi penyambungan terkait harus dilakukan seperti yang ditentukan oleh pabrikan, pada interval yang sesuai dengan SPLN. Pengujian yang ditentukan oleh pabrikan harus dilakukan untuk memverifikasi semua fungsi proteksi penyambungan terkait dan fungsi baterai terkait. Laporan pengujian tertulis atau catatan/log untuk pemeriksaan harus disimpan dengan baik oleh Pengembang.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Beberapa standar teknik dan pengujian peralatan penyambungan yang direkomendasikan dalam Pedoman diadopsi atau dimodifikasi dari standar atau praktek internasional berikut:

1. **IEEE 1547-2003 (Revised 2008):** *Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems*
2. **IEEE 1547.1-2005:** *Standard Conformance Test Procedures for Equipment Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems*
3. **IEEE 1547.2-2008:** *Application Guide for IEEE 1547 Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems*
4. **IEEE 1547.3-2007:** *Guide for Monitoring, Information Exchange, and Control of Distributed Resources Interconnected with Electric Power Systems*
5. **IEEE 519-1992:** *IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems*
6. **IEC 62109-2:** *Safety of Power Converters for used in Photovoltaic Power Systems – Particular Requirements for Inverters*
7. **IEC 61727:** *Photovoltaic Systems – Characteristics of the Utility Interface*
8. **IEC 62446:** *Grid Connected Photovoltaic Systems – Minimum Requirements for System Documentation, Commissioning Tests and Inspection*
9. **IEC 61000-3-7:** *Limits – Assessment of Emission Limits for the Connection of Fluctuating Installations for MV, HV, and EHV Power Systems*
10. **IEC 61000-4-15:** *Testing and Measurement Techniques – Flicker Meter*
11. **IEC 61683:** *Photovoltaic System – Power Conditioners – Procedure for Measuring Efficiency.*
12. **IEC 61400 – 21:** *Measurement and Assessment of Power Quality Characteristics of Grid Connected Wind Turbines*
13. **UL 1741:** *Inverters, Converters, Controllers and Interconnection System Equipment for Use with Distributed Energy Resources*
14. **IEC 62116:** *Test Procedure for Islanding Prevention*
15. **California Electric Rule 21:** *Generation Facility Interconnection, California Public Utilities Commission Decision 00-12-037, December 2000*
16. **Small Generator Interconnection Procedure, Federal Energy Regulatory Commission, July 2006**

## **Lampiran A: Aplikasi Penyambungan PLT EBT (Untuk Kapasitas Pembangkit Tidak Lebih Besar Dari 10 MW)**

### **Instruksi dan Informasi Umum**

Pengembang yang berencana membangun PLT EBT (Pembangkit Listrik Energi Terbarukan) dan menjual daya yang dihasilkan ke PLN harus mengajukan aplikasi yang valid untuk menghubungkan PLT EBT dan beroperasi paralel dengan Sistem Distribusi PLN. Sebelum menyampaikan aplikasi, Pengembang disarankan untuk memahami "Pedoman untuk Penyambungan PLT EBT ke Sistem Distribusi PLN" (Pedoman). Pengembang juga disarankan untuk memperoleh informasi tentang titik terdekat Titik Sambung ke Sistem Distribusi PLN, Penyulang Distribusi, dan Gardu Induk untuk mengusulkan Titik Sambung. Pengembang harus mengisi semua formulir "Rencana Aplikasi Penyambungan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan" (Aplikasi) dan menyerahkan ke PLN Wilayah atau Distribusi terdekat dengan PLT EBT yang diusulkan. Pengajuan tidak termasuk instruksi dan informasi umum ini.

Aplikasi ini juga memerlukan dokumen-dokumen tertentu, termasuk, namun tidak terbatas pada, Laporan Pra-Studi Kelayakan, Studi Lingkungan dan izin dari pemerintah daerah dan pihak berwenang lainnya untuk PLT EBT. Informasi ini diperlukan PLN Wilayah atau Distribusi untuk melakukan review/studi guna menentukan kelayakan sambungan yang diusulkan dan merekomendasikan langkah-langkah yang tepat untuk menjamin penyambungan dan operasi paralel yang diusulkan tidak memiliki dampak negatif pada keamanan, keandalan dan kualitas daya Sistem Distribusi PLN.

Aplikasi ini dirancang untuk PLT EBT kecil dan menengah (dengan kapasitas terpasang tidak lebih besar dari 10 MW) dan memenuhi syarat untuk menjual tenaga listrik ke PLN pada Tarif yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), termasuk Permen No. 04 ESDM/2012 tentang "Harga Pembelian Tenaga Listrik oleh PT. PLN (Persero) dari PLT EBT Skala Kecil dan Menengah atau Kelebihan Tenaga Listrik", Permen No. 17 ESDM/2013 tentang "Pembelian Tenaga Listrik oleh PT. PLN (Persero) dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik", dan Permen No. 19 ESDM/2013 tentang "Pembelian Tenaga Listrik oleh PT. PLN (Persero) dari Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota", Permen No. 12 ESDM/2014 mengenai "Pembelian Tenaga Listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Air oleh PT. PLN (Persero)". Peraturan Menteri ESDM juga mengatur agar PLT EBT skala kecil dan menengah terhubung ke Sistem Distribusi 20 KV PLN atau tingkat tegangan yang lebih rendah .

Pengembang dapat memilih Proses "Review *Fast-Track* PLN" atau "Review Standar PLN" pada kotak yang sesuai dalam Formulir Aplikasi. Usulan PLT EBT memenuhi syarat Proses Review *Fast-Track* PLN, jika mempunyai kapasitas terpasang sebagai berikut:

- 2 MW atau lebih kecil terhubung ke Sistem Distribusi 20 KV di Jawa - Bali , atau
- 200 KW atau lebih kecil terhubung ke Sistem Distribusi 20 KV di luar wilayah Jawa - Bali, atau
- 30 KW atau kurang terhubung ke Sistem Distribusi 400 V.

Pengembang dapat menghubungi PLN Wilayah atau Distribusi untuk informasi lebih lanjut tentang pengisian Formulir Aplikasi. Aplikasi yang tidak lengkap akan dikembalikan ke Pengembang oleh PLN Wilayah atau Distribusi. Semua informasi dalam aplikasi yang diajukan akan dijaga kerahasiaannya oleh PLN.

Review/Studi aplikasi penyambungan PLT EBT yang diusulkan oleh PLN Wilayah atau Distribusi hanya dapat dilakukan setelah aplikasi yang diajukan lengkap dan valid. Suatu review/studi oleh PLN Wilayah atau Distribusi hanya dilakukan setelah aplikasi yang diajukan lengkap dan valid.

**Aplikasi Penyambungan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan**

1. Pemohon yang bertanda tangan di bawah ini mengajukan permohonan untuk menghubungkan PLT EBT ke Sistem Distribusi PLN sesuai dengan Pedoman Penyambungan PLT EBT ke Sistem Distribusi PLN untuk (beri tanda  $\surd$  pada salah satukotak) :  
☐ Proses Review *Fast-Track*  
☐ Proses Review Standar
2. Permohonan Penyambungan adalah untuk (beri tanda  $\surd$  pada salah satu kotak)  
☐ Rencana PLT EBT baru.  
☐ Penambahan Kapasitas Terpasang atau Modifikasi utama terhadap PLT EBT eksisting.
3. Tanggal COD PLT EBT yang diusulkan : \_\_\_\_\_ (tgl/bln/thn)
4. Apakah Pengembang sudah memiliki ijin dari Pemerintah Daerah (Izin Prinsip) :  
☐ Ya      ☐ Tidak
5. Izin Prinsip :  
Tanggal Diterbitkan : \_\_\_\_\_  
Tanggal Kadaluwarsa : \_\_\_\_\_  
Nomor : \_\_\_\_\_
6. Apakah Pengembang sudah memiliki Laporan Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup (UPL) atau Studi Lingkungan:  
☐ Ya      ☐ Tidak
7. Apakah Pengembang sudah memiliki Izin Lingkungan untuk proyek ini :  
☐ Ya      ☐ Tidak
8. Apakah Pengembang sudah memiliki Laporan Pra-Studi Kelayakan/Studi Kelayakan PLT EBT yang diusulkan :  
☐ Ya      ☐ Tidak
9. Apakah Pengembang sudah memiliki gambar berskala yang menunjukkan Lokasi Pembangkit dan Titik Sambung ke Sistem Distribusi PLN?  
☐ Ya      ☐ Tidak
10. Apakah Pengembang sudah memiliki Diagram Satu Garis Sistem :  
☐ Ya      ☐ Tidak

Catatan : Diagram Satu Garis harus menunjukkan peralatan yang terpasang, termasuk, namun tidak terbatas pada, unit pembangkit, trafo step-up, trafo pemakaian sendiri, alat pemisah sambungan, dan peralatan proteksi yang diperlukan dan PMT. Untuk

Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik dan Tenaga Angin, diagram satu garis harus mencakup saluran distribusi yang menghubungkan berbagai unit pembangkit, dan *Capasitor bank* untuk unit pembangkit, trafo step-up, trafo daya dan *Capasitor bank* pada Titik Sambung yang diusulkan. Diagram satu garis usulan PLT EBT dengan kapasitas lebih besar dari 50 KW harus ditandatangani dan dicap oleh insinyur profesional (*qualified professional engineer*) yang memenuhi syarat dan dapat diterima oleh PLN.

11. Apakah Pengembang sudah memiliki Izin Prinsip dari Pemerintah Daerah :

☐ Ya      ☐ Tidak

12. Nama Pengembang : \_\_\_\_\_

13. Nama Proyek : \_\_\_\_\_

14. Pemegang IZIN Prinsip

Nama Perusahaan : \_\_\_\_\_

Pemilik Perusahaan : \_\_\_\_\_

15. *Contact Person* Proyek :

**Pemilik**

Nama : \_\_\_\_\_

Gelar : \_\_\_\_\_

Alamat Pos : \_\_\_\_\_

Telepon : \_\_\_\_\_

No. HP : \_\_\_\_\_

Fax : \_\_\_\_\_

E -mail : \_\_\_\_\_

**Perwakilan Resmi (jika berbeda) :**

Nama : \_\_\_\_\_

Gelar : \_\_\_\_\_

Alamat Pos : \_\_\_\_\_

Telepon : \_\_\_\_\_

No. HP : \_\_\_\_\_

Fax : \_\_\_\_\_

E -mail : \_\_\_\_\_

**Konsultan Desain Enjiniring (Pilihan) :**

Perusahaan / Perorangan:

Nama : \_\_\_\_\_

Alamat Pos : \_\_\_\_\_

Telepon : \_\_\_\_\_

- No. HP : \_\_\_\_\_  
Fax : \_\_\_\_\_  
E -mail : \_\_\_\_\_
16. Lokasi PLT EBT yang diusulkan :  
Alamat : \_\_\_\_\_  
Lokasi  
Administrasi : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Kantor Resmi  
PLN : \_\_\_\_\_  
Koordinat GPS : \_\_\_\_\_
17. Usulan Lokasi Titik Sambung ke Sistem Distribusi PLN :  
Alamat : \_\_\_\_\_  
Lokasi  
Administrasi : \_\_\_\_\_  
Koordinat GPS : \_\_\_\_\_
- a. Tegangan Penyambungan ke Sistem Distribusi PLN: \_\_\_\_\_kV
- b. Apakah Pengembang menyadari kondisi Sistem Distribusi (seperti fluktuasi tegangan level harian, mingguan, dan tahunan, Level Arus Hubung Singkat, jumlah gangguan per tahun dan per minggu, jarak ke Titik Sambung yang diusulkan) pada Titik Sambung yang diusulkan :  
☐ Ya ☐ Tidak
18. Status Pengembang :  
Apakah Pengembang adalah Pelanggan tetap PLN pada saat ini :  
Jika ya, Nomor Rekening PLN : \_\_\_\_\_  
Nama dari Pemegang Rekening\* : \_\_\_\_\_  
(\*harus nama yang sama sebagai Pemohon)
19. Sumber Energi PLT EBT :  
☐ Mini atau Mikro Hidro (Lebih Kecil dari 1 MW)  
☐ Hidro skala kecil (1 sampai 10 MW)  
☐ Biomassa  
☐ Biogas  
☐ Biofuel  
☐ Berbasis Sampah kota  
☐ Gas *Landfill* (Tempat Pembuangan Akhir)  
☐ Surya Fotovoltaik



- ☐ Angin/Bayu  
☐ Panas Bumi  
☐ Lainnya, harap disebutkan : \_\_\_\_\_

20. Informasi Umum Fasilitas Pembangkitan :

Jenis Pembangkitan : ☐ Sinkron ☐ Induksi ☐ Berbasis Inverter

Jumlah Unit : \_\_\_\_\_

Kapasitas Terpasang tiap unit : \_\_\_\_\_ kW \_\_\_\_\_ KVA \_\_\_\_\_ Tegangan (V)

Generator Terhubung ke : ☐ Satu Fasa ☐ Tiga fasa

Usulan Kapasitas Terpasang : \_\_\_\_\_ kW

Rentang Faktor Daya Unit Pembangkit:

\_\_\_\_\_ Maksimum Leading

\_\_\_\_\_ Maksimum Lagging

Ukuran Saklar Pemisah yang visible : \_\_\_\_\_ Amp \_\_\_\_\_ kV ☐ tidak diperlukan

Arus Hubung Singkat maksimum pada terminal Generator PLT EBT : \_\_\_\_\_ Amp

Arus output nominal PLT EBT pada sisi HV trafo: \_\_\_\_\_ Amp

21. Trafo Step-up interface milik Pengembang (bila ada):

a. Kapasitas Trafo : \_\_\_\_\_ kVA

b. Tegangan Trafo :

Primer \_\_\_\_\_ Volt

Sekunder \_\_\_\_\_ Volt

c. Sambungan gulungan ke Tegangan PLN: ☐ Delta ☐ Star

Metode pentanahan bintang terhubung ke titik netral gulungan sekunder:

☐ Solid ☐ Ungrounded ☐ Melalui Impedansi : R\_\_\_\_\_X\_\_\_\_\_ohms

d. Sambungan gulungan ke Tegangan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan:

☐ Delta ☐ Star

Metode pentanahan bintang terhubung ke titik netral gulungan primer :

☐ Solid ☐ Ungrounded ☐ Melalui Impedansi : R\_\_\_\_\_X\_\_\_\_\_ohms

Istilah 'Tegangan PLN' mengacu pada tegangan penyambungan ke sistem distribusi PLN dan 'Tegangan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan' mengacu pada tegangan output generator/inverter.

22. Sambungan Pemutus Tenaga (PMT) ( jika ada):

Pabrikan : \_\_\_\_\_ Jenis: \_\_\_\_\_ Rating Arus: \_\_\_\_\_ Amps

Rating Pemutusan : \_\_\_\_\_ Kecepatan Trip: \_\_\_\_\_ cycles

## 23. Relay Proteksi Penyambungan (jika ada)

Sebutkan Fungsi dan berikan Pengaturan Set Point (maksimum dan minimum) untuk setiap peralatan atau perangkat lunak proteksi

## 24. Informasi tambahan untuk Generator Sinkron :

Informasi *Short Circuit Duty*: untuk masing-masing generator, harap memberikan reaktansi berikut dinyatakan dalam pu pada basis Generator:

$X_d$  - Reaktansi Direct Axis Synchronous : \_\_\_\_ pu

$X'_d$  - Reaktansi Direct Axis Transient : \_\_\_\_ pu

$X''_d$  - Reaktansi Direct Axis subtransient : \_\_\_\_ pu

$X_2$  - Reaktansi Urutan Negatif : \_\_\_\_ p.u.

$X_0$  - Reaktansi Urutan Nol : \_\_\_\_ p.u.

## 25. Informasi tambahan untuk Generator Induksi

Tahanan Rotor,  $R_r$  : \_\_\_\_ Reaktansi Rotor,  $X_r$  : \_\_\_\_

Tahanan Stator,  $R_s$  : \_\_\_\_ Reaktansi Stator,  $X_s$  : \_\_\_\_

Reaktansi *Magnetizing*,  $X_m$  : \_\_\_\_ Reaktansi Hubung Singkat,  $X_d''$  : \_\_\_\_

Arus *Exciting* : \_\_\_\_ Kenaikan Suhu : \_\_\_\_

Ukuran *Frame* : \_\_\_\_

Total Inersia Putaran,  $H$  : \_\_\_\_ p.u. pada basis KVA

Daya Reaktif diperlukan dalam VARs (tanpa beban)

Daya Reaktif diperlukan dalam VARs (beban penuh)

Daya *Motoring* : \_\_\_\_ KW, jika berlaku

## 26. Informasi tambahan untuk Generator Turbin Angin

Produsen turbin angin dan No Seri : \_\_\_\_

Jumlah turbin angin : \_\_\_\_

Tinggi hub turbin angin dan diameter rotor : \_\_\_\_

Jenis turbin angin (pilih salah satu), lihat penjelasan jenis turbin angin dalam Pedoman ini

☐ Tipe I (Generator Induksi Squirrel - cage)

☐ Tipe 2 (Wound rotor induction machine with variable rotor resistance)

☐ Tipe 3 (Generator Asinkron Doubly - fed)

☐ Tipe 4 (Full converter interface)

Kapasitas terpasang untuk setiap turbin angin : \_\_\_\_ KW \_\_\_\_ KVA

Tegangan nominal terminal : \_\_\_\_ KV

Untuk turbin angin tipe 1 atau tipe 2 :

Faktor daya terkompensasi pada beban penuh : \_\_\_\_

Faktor daya kapasitor koreksi pada beban penuh : \_\_\_\_ MVAR

Jumlah tahapan dan ukuran shunt : \_\_\_\_

Kurva kapasitas yang menggambarkan daya reaktif atau kisaran faktor daya dari tanpa beban ke beban penuh.

Untuk turbin angin tipe 3 atau tipe 4:

Maksimum faktor daya under-excited pada beban penuh : \_\_\_\_

Maksimum faktor daya over-excited pada beban penuh : \_\_\_\_

Mode kontrol : (kontrol tegangan, atau faktor daya fix)

Kurva kapasitas yang menunjukkan daya reaktif atau rentang faktor daya dari tanpabeban ke beban penuh

Karakteristik arus hubung singkat: berikan data pengujian hubung singkat pabrikan yang menunjukkan kondisi gangguan tiga fasa dan gangguan *line-to-ground*

Data Angin

Rata-rata kecepatan angin tahunan dalam meter per detik ketinggian hub  
Jika pengukuran angin *on-site* telah dilakukan, maka berikan rincian pengukuran (durasi dan tinggi).

Jika tidak ada pengukuran *on-site*, maka berikan sumber data kecepatan angin

Berikan profil kecepatan angin bulanan, profil kecepatan *diurnal wind* dan *rose wind* (kecepatan angin terhadap arah angin)

Kurva Produksi Daya Turbin (Daya Listrik terhadap kecepatan angin)

Rata-rata Produksi Tahunan Energi dalam MWh (Gross, Net, Rugi-rugi)

27. Informasi tambahan untuk PLT EBT berbasis Inverter

a. Pabrikan : \_\_\_\_\_

b. No Seri : \_\_\_\_\_

c. Jumlah Inverter : \_\_\_\_\_

d. Jumlah fasa : ☐ Satu Fasa ☐ Tiga Fasa

e. Kapasitas Terpasang: \_\_\_\_\_ kW

f. Tegangan output Inverter: \_\_\_\_\_ Volt (AC)

g. Arus maksimum Inverter: \_\_\_\_\_ Amp

h. Maksimum Desain tentang Kontribusi Arus Gangguan \_\_\_\_ Ampere, \_\_\_\_ sesaat, atau \_\_\_\_ rms

- i. Karakteristik Harmonik: frekuensi *switching* inverter; karakteristik harmonik untuk setiap unit hingga frekuensi *switching*; karakteristik harmonik untuk fasilitas pembangkit agregat
- j. Karakteristik hubung singkat : berikan data uji pabrikan yang menunjukkan kondisi gangguan di sisi AC inverter untuk gangguan tiga fasa dan satu fasa ke tanah
- k. Kebutuhan daya Start-up :
- l. Apakah inverter bersertifikat, pilih salah satu:
  - ☐ Bersertifikat IEC 62109
  - ☐ Bersertifikat UL 1741
  - ☐ Sertifikat Lainnya, silahkan sebutkan : \_\_\_\_\_

28. Aplikasi Penyambungan ini diajukan oleh :

Nama Legal Pemohon : \_\_\_\_\_

Nama (huruf cetak) : \_\_\_\_\_

Tanda tangan : \_\_\_\_\_

Jabatan : \_\_\_\_\_ Tanggal : \_\_\_\_\_

## Lampiran B : Perbandingan Persyaratan Teknik Pedoman dan Aturan Distribusi Tenaga Listrik Indonesia

Aturan Distribusi Tenaga Listrik dikeluarkan oleh ESDM pada tahun 2009 untuk menetapkan aturan-aturan umum dan persyaratan untuk menjaga keamanan, keandalan dan kualitas daya dari sistem distribusi tenaga listrik. Aturan tersebut mengatur tentang perencanaan, pengoperasian, dan penyambungan sistem distribusi serta persyaratan metering dan penyelesaian tagihan. Aturan ini disusun dengan fokus terutama pada pembangkit listrik konvensional tanpa persyaratan khusus untuk Pembangkit Listrik Energi Terbarukan. Sejak itu, sejumlah kebijakan dan peraturan pemerintah telah dibuat Undang-undangnya untuk mempromosikan dan mempercepat pembangunan PLT EBT skala kecil dan menengah. Pedoman ini dibuat berdasarkan Aturan Distribusi Tenaga Listrik untuk memberikan persyaratan fungsi proteksi dan kontrol yang lebih rinci dan spesifik guna memastikan penyambungan dan operasi paralel PLT EBT tidak memberikan dampak negatif bagi Sistem Distribusi PLN. Tabel B-1 adalah perbandingan persyaratan teknik penyambungan PLT EBT yang tertuang dalam Pedoman ini dan Aturan Distribusi Tenaga Listrik.

**Tabel B-1 : Perbandingan Persyaratan Teknik Pedoman dan Aturan Distribusi Tenaga Listrik**

<b>Fungsi Teknik yang Diperlukan untuk Penyambungan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan</b>	<b>Pedoman [1]</b>	<b>Aturan [2]</b>	<b>Komentar</b>
Ukuran maksimum PLT EBT dapat dihubungkan ke Sistem Distribusi	Tidak lebih besar daripada 10 MW	Tidak ada persyaratan khusus	
Teknologi Pembangkitan PLT EBT	Berlaku untuk generator sinkron, generator induksi, dan pembangkit listrik surya fotovoltaik berbasis inverter	Tidak secara khusus disebutkan	
<i>Setting trip &amp; clearing time</i> tegangan lebih & rendah	Mengatur <i>clearing time</i> maksimum dari -50% sampai +135% dari tegangan normal	Dilengkapi dengan proteksi tegangan lebih & rendah tetapi tidak ada setting trip tertentu (bagian CCL 2.1.3)	Batas simpangan agar PLT EBT tetap dapat beroperasi saat gangguan singkat dan dapat mengabaikan trip
<i>Setting trip &amp; clearing time</i> frekuensi lebih & rendah	Mengatur <i>clearing time</i> maksimum dari 47.5 Hz sampai 51.0 Hz khusus untuk PLTB dan PLTS rentang frekuensi 49,0 hingga 51,0 Hz mengacu pada SPLN No. D3.022-2:2012.	Dilengkapi dengan proteksi frekuensi lebih & rendah tetapi tidak ada setting trip tertentu (bagian CCL 2.1.3)	Batas Simpangan Luas Frekuensi agar PLT EBT tetap dapat beroperasi saat gangguan singkat dan dapat mengabaikan trip

Deteksi Gangguan Jaringan	Menghentikan energize ke jaringan dalam waktu 2 detik	Fungsi ini harus dimiliki namun tidak perlu adanya <i>clearing time</i> yang spesifik (CCL 2.1.3)	
Anti-islanding	Menghentikan energize ke jaringan dalam waktu 2 detik dari pembentukan <i>unintended islanding</i>	No specific requirement	
Synchronization	Tidak menyebabkan fluktuasi tegangan pada titik penyambungan $> \pm 5\%$	Tidak ada persyaratan khusus	
Penyambungan kembali ke jaringan	Minimal 5 menit setelah tegangan dan frekuensi jaringan kembali normal	Tidak ada persyaratan khusus	
Peralatan paralel	Ketahanan 220% dari tegangan nominal sistem penyambungan	Tidak ada persyaratan khusus	
Manual, <i>visible disconnect</i>	Diperlukan	Tidak ada persyaratan khusus	
Distorsi Harmonik	Sama seperti persyaratan pada Aturan Distribusi Tenaga Listrik	$< 3\%$ individual, & $< 5\%$ distorsi tegangan harmonik total, dan $<$ distorsi harmonik arus total	
<i>Flicker</i>	Standar IEC ( $P_{st} = 1.0$ , $P_{lt} = 0.8$ )	Tidak ada persyaratan khusus	
Faktor daya	pada 0.90 leading, dan 0.85 lagging	Tidak ada persyaratan khusus untuk penyambungan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan	
<i>Inrush current limit</i> (untuk Generator Induksi)	Maksimum tegangan jatuh 5 % pada Titik Sambung	Tidak ada persyaratan khusus	
<i>DC injection limit</i> (untuk inverter)	Batas +0.5% dari keluaran nominal inverter	Tidak ada persyaratan khusus	
Isolasi DC (untuk inverter)	Diperlukan	Tidak ada persyaratan khusus	

[1]: Pedoman untuk Penyambungan PLT EBT ke Sistem Distribusi PLN

[2]: Aturan Distribusi Tenaga Listrik Indonesia