

LAMPIRAN PERATURAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR : 02 TAHUN 2012
TANGGAL : 13 JANUARI 2012

SPESIFIKASI TEKNIS KEGIATAN DAK BIDANG LISTRIK PERDESAAN

I. PERSYARATAN UMUM

Kegiatan DAK Bidang Listrik Perdesaan yang dilaksanakan harus dapat memberikan informasi umum mengenai jenis kegiatan dan uraiannya, sebagai berikut:

- a. telah mempunyai dokumen perencanaan yang mengangkut gambaran lokasi, kapasitas, dan *layout* lokasi kegiatan.
- b. tersedianya lahan untuk kegiatan pembangunan pembangkit listrik dan instalasi penunjang, dengan status lahan bukan merupakan kawasan terlarang atau konflik kepentingan.
- c. adanya kesiapan masyarakat selaku calon pengguna untuk mengoperasikan unit pembangkit dan membayar biaya pemakaian tenaga listrik pada tingkat harga yang disepakati bersama sesuai kemampuan masyarakat setempat, sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- d. kapasitas terpasang dari pembangkit/pekerjaan rehabilitasi/perluasan pelayanan.
- e. semaksimal mungkin memanfaatkan barang/peralatan produksi dalam negeri/lokal sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- f. rencana kegiatan harus dilengkapi informasi umum yang meliputi:
 - 1) nama kegiatan;
 - 2) letak lokasi yang meliputi : desa, kecamatan, kabupaten dan provinsi;
 - 3) potensi dan analisis ketersediaan sumber energi primer;
 - 4) daya listrik yang dibangkitkan dalam satuan Kilo Watt (kW);
 - 5) jenis alat konversi (jenis turbin atau jenis modul surya);
 - 6) sarana distribusi tenaga listrik;
 - 7) beban konsumen listrik (jumlah rumah, fasilitas umum, kegiatan produktif, dan lain-lain);
 - 8) nama lembaga pengelola;
 - 9) kelengkapan gambar dan spesifikasi teknis;
 - 10) rencana anggaran biaya.

II. PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)

A. Spesifikasi Teknis Bangunan Sipil

Bangunan sipil terdiri dari bangunan *intake* dan pengalih aliran, saluran pembawa, bangunan *forebay*, bangunan rumah pembangkit (*rumah pembangkit*) dan bangunan *tailrace*. Aksesori bangunan sipil seperti peralatan hidro mekanik juga merupakan bagian tidak terlepaskan dari komponen sipil suatu PLTMH.

1. *Intake* dan Bendung

- a. bukaan *intake* (*intake orifice*) harus tenggelam di bawah permukaan air setiap kondisi aliran.
- b. pintu *intake* diperlukan dalam rangka mengosongkan bangunan pembawa air dan untuk perawatan atau perbaikan.
- c. *trash rack* harus dipasang di *intake* khususnya untuk berukuran besar.
- d. penggalian tanah harus dilakukan secara hati-hati dan tanah galian ditempatkan pada sisi yang stabil atau diberikan penahan dari kayu dengan kedalaman maksimal galian tanpa penahan dinding adalah 1,3 (satu koma tiga) meter.
- e. diameter besi beton biasa tidak boleh kurang dari 15 (lima belas) cm dan ketebalan beton bertulang tidak boleh kurang dari 10 (sepuluh) cm dengan ketentuan ketebalan dinding disesuaikan dengan beban yang ditahan.
- f. adukan semen untuk bagian yang terkena air disarankan 1 (satu) bagian semen dan 4 (empat) bagian pasir dan jika tidak bersentuhan dengan air maka 1 (satu) bagian semen dan 6 (enam) bagian pasir.
- g. beton untuk bangunan struktur, misalnya beton bertulang, lebih baik menggunakan campuran 1 (satu) bagian semen, 2 (dua) bagian pasir, dan 3 (tiga) bagian kerikil, sedangkan untuk beton lain dipakai perbandingan 1:3:5.
- h. beton bertulang paling tidak menggunakan tulangan dengan ukuran paling sedikit 8 (delapan) mm dan jarak antar tulangan maksimal 200 (dua ratus) mm.

2. Saluran Pembawa

- a. saluran pembawa harus mampu menampung debit air 10% (sepuluh persen) lebih tinggi dari debit rancangan, hal ini dimaksudkan agar pada saat operasi maksimal muka air di *forebay* tidak turun dari ketinggian biasanya dan untuk tinggi jagaan agar terhindar dari pelimpasan apabila terjadi kelebihan debit.

- b. acian dinding saluran pembawa menggunakan adukan semen dengan perbandingan paling sedikit 1:3 yaitu 1 (satu) bagian semen dan 3 (tiga) bagian pasir.
- c. penguatan *slope* tanah perlu dilakukan disesuaikan dengan kebutuhan lokasi.
- d. pipa plastik bisa dipergunakan untuk saluran pembawa dan jika dipergunakan pipa *PVC* atau *HDPE* maka harus dipendam dengan kedalaman paling sedikit 10 (sepuluh) cm.
- e. jembatan pipa atau talang dapat dipakai pada daerah yang rawan longsor.
- f. jika diperlukan, pada saluran pembawa yang menggunakan pipa dipasangkan pipa pelepas udara di bagian pipa yang kemungkinan besar udara terjebak.

3. Bak Pengendap

- a. jika air yang dipakai adalah mata air yang tidak membawa material sedimen, maka bak pengendap tidak diperlukan.
- b. jika kualitas air yang biasanya buruk dan banyak membawa material sedimen, maka setelah bangunan *intake* harus dilengkapi dengan bak pengendap.
- c. bak pengendap harus mampu mengendapkan material sedimen seperti tanah, pasir dan bebatuan.
- d. aliran air harus tidak menimbulkan turbulensi di dalam bak pengendap sehingga material sedimen bisa dengan mudah diendapkan.
- e. mekanisme pembuangan endapan harus ada dan dapat berupa pintu air atau jenis lain.
- f. kemiringan lantai bak pengendap paling tidak 1:20 (satu berbanding dua puluh) untuk *intake lateral* atau 1:10 (satu berbanding sepuluh) untuk *intake tipe drop (river bed intake)*.
- g. bentuk bak harus sedemikian rupa sehingga endapan terkumpul diujung bak dan mendekati katup atau pintu penguras.

4. Bak Penenang (*Forebay*)

- a. *forebay* dibuat dari pasangan batu, atau beton bertulang dengan ketentuan ketebalan beton paling sedikit mempunyai diameter 25 (dua puluh lima) cm.
- b. *forebay* harus dibuat dari konstruksi kedap air dan tahan bocor.
- c. *forebay* menghubungkan saluran pembawa dan pipa pesat.
- d. *forebay* harus dilengkapi dengan:
 - 1) *trash rack*;

- 2) *saluran pelimpah (spill way)* dengan kapasitas 120% (seratus dua puluh persen) dari debit rancangan.
 - e. pipa pesat (*penstock*) harus terendam air dalam kedalaman paling sedikit 2 (dua) kali diameter pipa pesat, jarak pipa pesat dari dasar *forebay* paling sedikit 30 (tiga puluh) cm.
 - f. endapan direncanakan sedemikian rupa sehingga tidak masuk ke pipa pesat.
5. Pipa Pesat (*Penstock*)
- a. pipa pesat dapat terbuat dari *mild steel*, HDPE atau PVC dan harus dalam kondisi baru dan baik.
 - b. ketebalan bahan pipa pesat dari bahan besi harus disesuaikan dengan *head*, paling sedikit ketebalan adalah 3,2 (tiga koma dua) mm.
 - c. pipa pesat dari bahan plastik (HDPE atau PVC) harus di tanam di dalam tanah atau dilindungi dari sinar matahari langsung dengan dibungkus dengan bahan yang tahan terhadap cuaca misalnya karung goni dan pipa pesat dari bahan PVC atau HDPE sebaiknya dipendam di dalam tanah dengan kedalaman dari sisi atas pipa pesat paling sedikit 10 cm.
 - d. pipa pesat harus dirancang sedemikian agar kehilangan tekanan (*head losses*) di dalam pipa pesat tidak lebih 10% (sepuluh persen) dari head total.
 - e. pipa pesat yang amat panjang ($5 \times \text{head}$) maksimal kehilangan tekanan 15% (lima belas persen) masih bisa ditoleransi.
 - f. pipa pesat harus mampu menahan tekanan akibat *water hammer*.
 - g. *mis-alignment*, atau ketidaktepatan bibir antar pipa, pada sambungan antar pipa yang dilas hanya diberi toleransi sebesar maksimal 3 (tiga) mm, kecuali jika pipa disambung dengan menggunakan *flange*.
 - h. pembuatan sambungan *flange* harus selalu sepasang sehingga tidak ada *mis-alignment* pada saat pemasangan.
 - i. bagian dalam dan luar pipa pesat harus dilindungi dari korosi dengan pengecatan bahan cat khusus anti karat.
 - j. pengecatan bagian dalam pipa pesat dilakukan paling sedikit dua kali, dengan pengecatan dasar terlebih dahulu, sebelum dilakukan penyambungan.
 - k. pengecatan bagian luar dilakukan paling sedikit dua kali dengan pengecatan dasar terlebih dahulu dan jika material besi masih tampak, maka pengecatan harus diulang kembali.
 - l. *expansion joint* atau *flange* harus dipersiapkan di pabrik dan tidak di lokasi dengan ketentuan komponen ini harus dilindungi dari karat sebelum dipasang.

- m. mur dan baut untuk sambungan *flange* harus disediakan dan diperlakukan perlindungan karat padanya.
 - n. *sliding support* pipa pesat harus dipersiapkan untuk setiap penyangga pipa pesat yang direncanakan.
 - o. *seal* dan *packing* bagi sambungan *flange* harus dipersiapkan di pabrik.
 - p. sebaiknya dipersiapkan paling sedikit 1 (satu) buah *expansion joint* bagi sebuah pipa pesat.
 - q. di antara dua *anchor block* harus dilengkapi 1 (satu) buah *expansion joint*.
 - r. penyangga pipa pesat dan *anchor block* harus dibangun sehingga tidak tergelincir dan *anchor block* harus mampu menyalurkan gaya lateral dan *longitudinal* pipa pesat ke tanah dengan kedalaman pondasi paling sedikit adalah 50 (lima puluh) cm di bawah permukaan tanah.
 - s. penyangga pipa pesat dapat dibuat dari pasangan batu atau beton bertulang dan *anchor block* dibuat dari beton bertulang.
 - t. penyangga pipa pesat harus dilengkapi dengan *saddle* yang memberikan kebebasan bagi pipa pesat untuk memuai atau sebaliknya.
 - u. penyangga pipa pesat dari kayu hanya dapat dipakai untuk kapasitas PLTMH kurang dari 5 (lima) kW.
6. Rumah Pembangkit (*Power House*)
- a. rumah pembangkit harus mampu melindungi peralatan elektrikal-mekanikal dan instrumentasi kontrol dari cuaca yang buruk serta akses dari orang yang tidak memiliki hak untuk masuk ke rumah pembangkit.
 - b. rumah pembangkit harus berada pada posisi yang lebih tinggi dari ketinggian banjir tahunan (misalnya banjir 25 tahunan atau 50 tahunan).
 - c. *layout* peralatan di dalam rumah pembangkit harus mengindahkan kemudahan pergerakan operator di dalamnya termasuk saat perbaikan turbin atau instrumen lainnya.
 - d. luas rumah pembangkit harus disesuaikan dengan besarnya turbin dan kubikel kontrol.
 - e. jika dimungkinkan, rumah pembangkit memiliki rel gantung (*hoist*) sebagai alat bantu kerja perbaikan.
 - f. pondasi rumah turbin dibuat dari konstruksi beton bertulang yang mampu menahan gaya dan tekanan dari turbin maupun dari pipa pesat.

- g. *anchor block* harus dipasang sehingga tekanan dari pipa pesat tidak dibebankan kepada *turbine housing* namun disalurkan ke tanah di luar rumah pembangkit.
 - h. saluran kabel di dalam rumah pembangkit harus dirancang agar tidak mudah terendam air (misalnya jika ada kebocoran).
 - i. tinggi atap atau plafon paling sedikit adalah 2,5 (dua koma lima) meter atau tanpa plafon.
 - j. rumah pembangkit harus memiliki:
 - 1) pintu yang cukup lebar untuk memasukkan peralatan termasuk turbin dan kubikel kontrol dan pintu tersebut dapat terbuat dari kayu atau besi dan harus bisa dikunci;
 - 2) jendela yang memberikan cahaya alami dan ventilasi udara yang cukup ke dalam ruangan dan rangka jendela dapat terbuat dari kayu atau aluminium;
 - 3) saluran pembuangan air baik di dalam maupun di sekitar rumah pembangkit dan saluran harus diarahkan ke saluran air alami;
 - 4) ventilasi yang cukup sehingga panas dari mesin dapat dikeluarkan dari ruangan dan ventilasi harus mampu menjaga supaya serangga tidak masuk ke ruangan;
 - 5) lemari penyimpanan alat kerja dan catatan (*log book*) operator dan lemari dapat terbuat dari kayu maupun besi.
 - k. lantai rumah pembangkit, khususnya pada bagian *base frame* turbin dan generator harus terbuat dari beton bertulang dengan ketebalan lantai pada bagian tersebut disesuaikan dengan besar turbin.
 - l. *ballast* pemanas udara ditempatkan pada lokasi yang terlindung dari akses tak bertanggung jawab dan mendapat ventilasi baik.
 - m. pbumian proteksi dalam rumah pembangkit :
 - 1) semua barang terbuat dari metal di dalam rumah pembangkit harus diberi pbumian sebagai proteksi;
 - 2) pbumian dari semua peralatan tersebut dijadikan satu;
 - 3) batang untuk pbumian paling sedikit berukuran 10 (sepuluh) mm² dan terbuat dari tembaga dan ditanam cukup dalam ke dalam tanah;
 - 4) proteksi untuk peralatan lain disesuaikan dengan spesifikasi dan petunjuk dari pabrikan.
7. Alat Penyaring Sampah (*Trash Rack*)
- a. *trash rack* tidak boleh terbuat dari bambu atau kayu dan *trash rack* harus dibuat dengan menggunakan besi pejal dengan diameter paling sedikit 4 (empat) mm atau besi plat dengan

ketebalan paling sedikit 3 (tiga) mm dan pengelasan harus kuat dan rapi dengan menggunakan las listrik.

- b. *trash rack* harus dilindungi dari korosi dengan melakukan pengecatan.
- c. *trash rack* harus mampu menahan tekanan air karena adanya penyumbatan pada kondisi air penuh.
- d. *trash rack* dipasang dengan kemiringan sekitar 70⁰ (tujuh puluh derajat) dari garis horisontal.
- e. *trash rack* harus dapat dilepas dari struktur sipil untuk akses perbaikan dan pembersihan.
- f. untuk fabrikasi *trash rack*, dapat mengacu kepada bagian fabrikasi peralatan hidro mekanik.
- g. *trash rack* untuk *intake* dan saluran pembawa paling tidak memiliki celah selebar 5 (lima) cm atau lebih lebar.
- h. *trash rack* untuk *inlet* pipa pesat harus memiliki celah yang lebih kecil dari *trash rack* di *intake* dengan ukuran celah tidak boleh lebih besar dari ½ (setengah) kali jarak antar *runner blades* (baik *propeller* maupun *cross flow*) atau ½ (setengah) kali diameter *nozzle* untuk pelton sedangkan untuk turbin tipe lain disesuaikan dengan ukuran sampah kecil yang sering terbawa dalam air.

8. Pintu Air dan Katup Pengaman

- a. ukuran pintu air disesuaikan dengan ukuran saluran yang akan dilayani.
- b. menggunakan alat bantu pemutar sehingga memudahkan operasi.
- c. pintu air harus mampu menahan tekanan pada kondisi air penuh.
- d. penggunaan pintu air dengan *stop log* hanya diperbolehkan untuk PLTMH dengan kapasitas lebih kecil dari 5 (lima) kW.
- e. katup pengaman turbin harus mampu menahan tekanan statik maupun tekanan surja serta *water hammer*.
- f. katup pengaman sebaiknya dipasang pada sistem PLTMH dengan kapasitas 15 (lima belas) kW sampai 120 (seratus dua puluh) kW yang menggunakan *turbin impuls* (*cross flow* atau *pelton*).
- g. pintu air harus dibuat dari besi dengan ketebalan plat paling sedikit 3 (tiga) mm.
- h. pintu air harus dilindungi dari karat menggunakan cat atau *galvanisasi*, dan pengecatan dilakukan setelah proses *sand blasting* untuk menghilangkan karat atau dengan proses lain dengan ketentuan pengecatan dilakukan dengan cat dasar besi kemudian dicat anti karat paling sedikit dua kali pengecatan.

- i. pintu air harus menggunakan alat bantu untuk memudahkan operasi buka dan tutup dan mekanisme atau tipe alat bantu tidak dibatasi.
- j. pengelasan harus rapi dan kuat dan tidak memberikan kesempatan kepada kebocoran.

9. Pengujian Setelah Konstruksi

- a. dipastikan semua struktur bebas dari batuan atau sampah konstruksi saat selesai dibangun dan sebelum dilakukan pengetesan.
- b. sebelum dilakukan pengetesan paling sedikit semua struktur sudah berumur 1 (satu) minggu sejak selesai *finishing*.
- c. saluran pembawa dan *forebay* harus diuji kebocoran dengan cara mengisinya dengan air hingga pada batas *freeboard* dan diamati selama paling tidak 2 (dua) minggu.
- d. pengetesan dilakukan per bagian saluran pembawa dimana setiap bagian maksimal sepanjang 50 (lima puluh) m.
- e. jika saluran pembawa tidak begitu panjang, total kurang dari 50 (lima puluh) m, maka pengetesan dilakukan bersamaan dengan pengetesan *forebay*.
- f. jika terdapat bagian saluran pembawa yang menggunakan jembatan pipa, maka jembatan pipa harus juga dilakukan tes kebocoran secara tersendiri.
- g. tes kebocoran bak pengendap dan *forebay* dilakukan dengan merendam bak tersebut sampai batas maksimal dan mengamatinya selama paling tidak 3 (tiga) minggu.
- h. pipa pesat harus diuji kebocoran dengan melakukan uji tekanan statik dengan cara mengisi pipa pesat secara penuh dan didiamkan selama paling tidak 24 (dua puluh empat) jam.
- i. pengecatan dan juga kualitas pengelasan harus diinspeksi setelah konstruksi selesai dan sebelum pengetesan dilakukan, khususnya bagi komponen hidro mekanikal seperti pipa pesat dan pintu-pintu air.

B. Mekanikal Elektrikal PLTMH

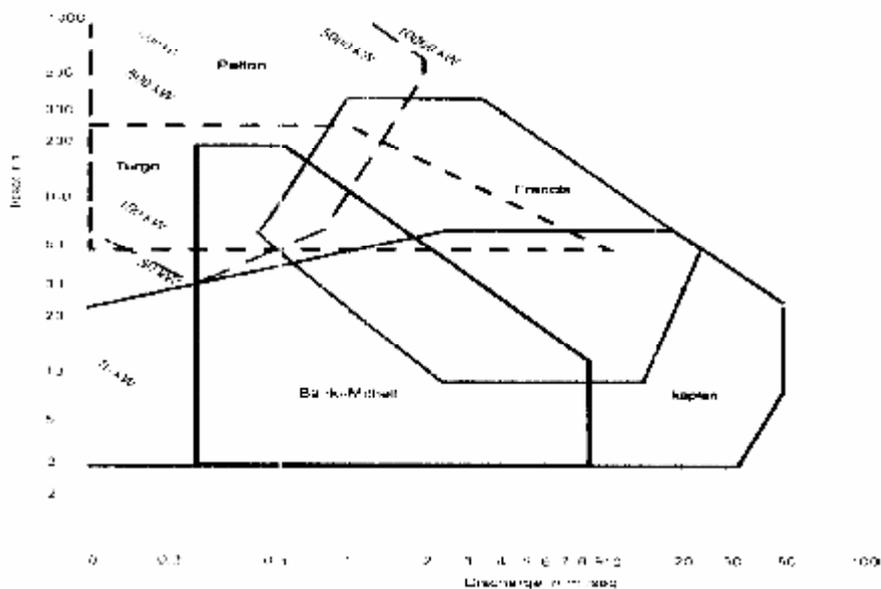
1. Mekanikal Pembangkit

Turbin air adalah peralatan utama mekanikal pembangkit listrik PLTMH yang perencanaannya harus disertai dengan kalkulasi paling sedikit perhitungan daya desain, perhitungan kecepatan putar runner dan perhitungan elemen transmisi mekanik.

a. Pemilihan Jenis turbin

Turbin air yang bisa dipakai adalah jenis Crossflow (*Banki-Mithel*), Propeler (Kaplan), *Pump as Turbine*, Francis, Turgo atau Pelton. Pemakaian jenis turbin ini dipilih berdasarkan besaran debit rencana dan tinggi-jatuh (*head*) dengan mengikuti pedoman yang ditunjukkan pada diagram aplikasi turbin berikut ini:

Diagram Aplikasi Turbin



b. Material Turbin

- 1) *casing* turbin dari *mild steel* dengan ketebalan paling tidak 10-16 mm dengan ketentuan semakin tinggi tekanan air (*head*) semakin tebal *casing* turbin.
- 2) *as* (*runner shaft*), piringan (*runner disc*), dan sudu-sudu (*runner blade*) disarankan dibuat menggunakan bahan *stainless steel* atau *mild steel*.
- 3) *bearing* yang dipakai harus memiliki spesifikasi umur operasi selama 40.000 (empat puluh ribu) jam operasi normal.
- 4) *runner* untuk jenis *propeller* kapasitas di bawah 5 (lima) kW bisa menggunakan aluminium.

c. Efisiensi Turbin

- 1) turbin *crossflow grade 1* adalah yang memiliki efisiensi pada poros turbin paling tidak sebesar 70% (tujuh puluh persen).

- 2) turbin *crossflow grade 2* adalah yang memiliki efisiensi pada poros turbin paling tidak sebesar 55% (lima puluh lima persen).
- 3) turbin *propeller* adalah yang memiliki efisiensi paling tidak 70% (tujuh puluh persen).
- 4) turbin *pelton* adalah yang memiliki efisiensi paling tidak 70% (tujuh puluh persen).

d. **Perlindungan Karat**

- 1) semua komponen turbin harus terlindung dari karat.
- 2) *sand blasting* untuk menghilangkan pengotor dan karat dalam proses produksi sangat disarankan.
- 3) dalam transportasi ke lokasi, semua peralatan turbin harus terlindung dari perubahan cuaca sehingga terjaga dari kemungkinan karat.

e. *Name Plate*

Pada turbin harus dilengkapi dengan *name plate* yang harus berisi informasi paling sedikit:

- 1) nama, alamat, nomor telepon produsen;
- 2) debit dan *head* rancangan;
- 3) kecepatan putaran turbin pada debit dan *head* rancangan;
- 4) *output* rancangan pada as turbin;
- 5) tahun pembuatan;
- 6) jumlah mangkuk atau jet pada turbin pelton;
- 7) lebar dan diameter *runner* pada turbin aliran silang.

f. **Pengetesan Turbin**

Turbin harus dilakukan tes kebocoran sebelum dikirim yang harus dibuktikan dengan surat uji pabrikan.

g. *Base Frame*

Base frame untuk dudukan turbin harus disediakan oleh pembuat turbin dengan spesifikasi paling sedikit sebagai berikut:

- 1) kuat menopang turbin;
- 2) memberi keleluasaan pengaturan kesejajaran;
- 3) ketebalan paling sedikit besi *base frame* adalah 3 (tiga) mm;
- 4) mur dan baut *base frame* harus terlindung dari karat.

h. Transmisi Mekanik

Jika turbin memerlukan transmisi mekanik maka :

- 1) ukuran puli harus disesuaikan dengan kapasitas dan kecepatan putaran turbin dan generator;
- 2) puli harus seimbang sehingga beroperasi dengan baik;
- 3) puli dan *belt* harus dilindungi oleh sangkar;
- 4) disarankan menggunakan *flat belt*.

i. Suku Cadang dan Perkakas Untuk Pemeliharaan

Pabrikan harus menyediakan suku cadang utama dan peralatan kerja utama dari turbin dan transmisi mekanik seperti:

- 1) *bearing*;
- 2) *belt*;
- 3) mur dan baut;
- 4) *gasket, o-ring*;
- 5) minyak *seal, packing* karet;
- 6) alat pengisi pelumas (gemuk);
- 7) pelumas;
- 8) penarik bearing;
- 9) kunci pas, obeng dan peralatan lainnya.

j. Panduan Pengoperasian dan Perawatan

Harus disediakan buku manual pengoperasian dan perawatan turbin yang berisi antara lain:

- 1) daftar komponen turbin;
- 2) cara pengoperasian;
- 3) cara pemeliharaan;
- 4) cara perbaikan di lapangan;
- 5) cara pelepasan komponen; dan
- 6) gambar skema turbin.

k. Garansi Turbin

Garansi turbin diberikan paling sedikit 1 (satu) tahun.

l. Ketentuan Lain

- 1) sebaiknya proses *alignment* dan instalasi dilakukan lebih dulu di bengkel produksi dan harus dilakukan dengan menggunakan alat-alat pendukung yang memadai oleh operator yang telah terlatih.

- 2) pengiriman turbin dilakukan dengan kotak kayu tertutup sehingga terlindung dari perubahan cuaca selama pengiriman.
- 3) setiap turbin yang dikirim harus dilengkapi :
 - a) panduan pengoperasian dan perbaikan;
 - b) perkakas untuk pemeliharaan.

m. Panel Instrumentasi kontrol dan pengaman pembangkit

- 1) memiliki panel informasi tegangan tiap fasa dan netral pada jalur beban dan *ballast*.
- 2) memiliki panel informasi arus tiap fasa dan netral pada jalur beban dan *ballast*.
- 3) memiliki panel informasi frekuensi keluaran listrik.
- 4) memiliki panel informasi jam operasi pembangkit.
- 5) memiliki panel Kilowatt Hour Meter (kWh).
- 6) memiliki tombol *start* dan *stop* tanpa perlu membuka pintu kubikel.
- 7) memiliki lampu penanda pembangkit *offline* atau *online*.
- 8) memiliki sistem proteksi dan pengaman hubungan singkat dengan jenis *Molded Case Circuit Breaker* (MCCB) dengan nilai *breaking capacity* paling sedikit 10 (sepuluh) kA.
- 9) disarankan memiliki sirine penanda *overload*.
- 10) disarankan memiliki fungsi yang menyimpan data digital yang bisa dilihat melalui panel:
 - a) jumlah energi yang terproduksi;
 - b) jumlah energi yang dikonsumsi;
 - c) beban maksimal;
 - d) beban paling sedikit.

n. Pengkabelan

- 1) pengkabelan harus mengedepankan keselamatan operasional.
- 2) terminal sambungan kabel harus diberi label sesuai dengan peruntukan untuk memudahkan instalasi dan identifikasi.

o. Peletakan dan Instalasi

- 1) sambungan kabel harus kuat dan tepat dan dilindungi dari benturan mekanik dengan pipa khusus untuk proteksi dan kabel dari kontrol tidak boleh melintang bebas di lantai.
- 2) penggantungan kubikel kontrol di dinding menggunakan *dyna bolt* atau *visser* yang disesuaikan dengan bobot.

- 3) *ballast* pemanas udara maupun air harus di luar rumah pembangkit.
- 4) *ballast* pemanas udara harus dilindungi dari jangkauan orang .
- 5) *ballast* pemanas udara harus mendapatkan aliran udara secara bebas.
- 6) *ballast* pemanas air harus mendapatkan air secara bebas.

p. **Ketentuan Lain**

- 1) harus disediakan diagram pengkabelan (*wiring diagram*) dari kontrol.
- 2) harus disediakan panduan pengoperasian.
- 3) *name plate* harus dipasang pada pintu kubikel dan berisi informasi :
 - a) nama pembuat;
 - b) tipe;
 - c) kapasitas;
 - d) alamat kontak;
 - e) telepon pembuat;
 - f) nama PLTMH;
 - g) tahun pembuatan.
- 4) garansi kontrol paling sedikit 1 (satu) tahun.
- 5) suku cadang yang harus disediakan antara lain *fuse* (sekering), lampu indikator dan saklar elektronik ELC (SCR/TRIAC).

2. **Mekanikal Pembangkit**

Pekerjaan distribusi dan instalasi bangunan/rumah telah diatur dalam SNI, antara lain:

- | | |
|---------------------|---|
| a. SNI 04-3855-1995 | : Pedoman Teknis Instalasi Jaringan |
| b. SNI 04-1925-1990 | : Instalasi di Dalam Bangunan/Rumah Perdesaan |
| c. SNI 04-0225-2000 | : Peraturan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000) |
| d. SNI 04-0227-1987 | : Tegangan Standar |
| e. SNI 04-1707-1989 | : Listrik Perdesaan |
| f. SNI 04-1690-1989 | : Tiang Kayu, Syarat-Syarat Teknis |
| g. SNI 04-0533-1989 | : Sakelar Arus Bolak-Balik |
| h. SNI 04-017-1989 | : <i>Fitting</i> Lampu Arus Bolak-Balik |
| i. SNI 04-1705-1989 | : Sistem Distribusi, Keandalan |

- j. SNI 04-0532-1989 : Kotak Hubung Bagi Arus Bolak-Balik
- k. SNI 04-1922-1990 : Frekuensi Standar
- l. SNI 04-1923-1990 : Arus Pengenal Standar
- m. SNI 04-1925-1990 : Instalasi Rumah/Bangunan Listrik Perdesaan
- n. SNI 04-1926-1990 : Jaringan Distribusi Listrik Perdesaan
- o. SNI 04-2702-1992 : Kilowatt Hour Meter Arus Bolak-Balik Kelas 0.5, 1, 2
- p. SNI 04-3593-1994 : Instalasi Listrik untuk Bangunan, Bagian 2 – Prinsip Dasar
- q. SNI 04-3855-1995 : Pembedaan Jaringan Tegangan Rendah dan Instalasi Tegangan Rendah
- r. SNI 04-3879-1995 : Gangguan pada Sistem Suplai yang Diakibatkan oleh Piranti Listrik dan Perlengkapannya

III. REHABILITASI PLTMH YANG RUSAK

Rehabilitasi PLTMH didefinisikan sebagai kegiatan untuk memperbaiki sebuah PLTMH yang rusak dan sudah tidak beroperasi lagi. Kerusakan PLTMH yang dapat didanai melalui proposal rehabilitasi adalah kerusakan yang disebabkan oleh:

1. Pernah beroperasi tetapi rusak karena bencana alam seperti banjir, tanah longsor, gunung meletus atau gempa bumi yang berakibat kerusakan baik pada bangunan sipil PLTMH, peralatan elektro mekanik, maupun jaringan distribusi yang dibuktikan dengan foto-foto seluruh skema PLTMH dari bangunan penyadap hingga rumah pembangkit yang menunjukkan kondisi secara umum maupun spesifik daerah kerusakan, dengan ketentuan kejadian bencana harus dijelaskan kapan waktunya secara jelas dan dibuktikan dengan konfirmasi dari kepala desa setempat serta konfirmasi dari stasiun BMKG yang terdekat.
2. Pernah beroperasi tetapi rusak pada bagian tertentu, karena kesalahan operasional, seperti : terbakarnya generator, terbakarnya rumah pembangkit, rusaknya sudu-sudu turbin, rusaknya peralatan kontrol atau pecahnya pipa pesat, dan kerusakan harus dibuktikan dengan foto-foto kerusakan serta foto-foto kondisi skema PLTMH secara umum.
3. Pernah beroperasi, tetapi rusak karena telah melewati umur teknis peralatan PLTMH.
4. Masih beroperasi dengan baik, namun sebagian bangunan sipil mengalami kerusakan minor seperti saluran bocor, dinding rumah

pembangkit retak, penyangga pipa pesat rusak, bendung sebagian rusak, atau kerusakan-kerusakan minor lainnya yang tidak mengganggu operasional PLTMH secara jangka panjang.

PLTMH yang dapat diajukan dan layak didanai melalui proposal rehabilitasi selain harus sesuai dengan persyaratan di atas, juga mampu menunjukkan sistem pengelolaan PLTMH sebagai dokumen penunjang seperti buku anggota, buku iuran, struktur pengelola dan lain-lain sebagai dokumen asli dan bukan fotokopi.

Dokumen-dokumen yang dibutuhkan sebagai syarat untuk pengajuan proposal rehabilitasi PLTMH melalui DAK Bidang Listrik Perdesaan antara lain:

1. dokumen studi kelayakan asli PLTMH yang terbangun;
2. dokumen Studi Kelayakan Rencana Rehabilitasi PLTMH;
3. dokumen penunjang seperti:
 - a. data peralatan yang rusak;
 - b. surat konfirmasi adanya bencana oleh Kepala desa dan Kepala stasiun BMKG yang terdekat;
 - c. data jumlah penduduk per tahun sejak PLTMH tidak beroperasi;
 - d. data-data asli pengelolaan PLTMH seperti (bukan data baru): daftar anggota, daftar iuran, struktur organisasi pengelola terakhir;
 - e. peta penunjang dan data GPS penunjang.
4. foto-foto keseluruhan pembangkit, peralatan yang rusak dan lokasi sekitar kerusakan.

IV. PERLUASAN/PENINGKATAN PELAYANAN TENAGA LISTRIK DARI PLTMH *OFF-GRID*

Perluasan atau peningkatan pelayanan tenaga listrik dari PLTMH didefinisikan sebagai kegiatan untuk meningkatkan kualitas atau kuantitas pelayanan PLTMH yang saat ini masih beroperasi dengan tidak optimal. Kegiatan perluasan/peningkatan pelayanan tenaga listrik dari PLTMH yang dapat didanai melalui DAK Bidang Listrik Perdesaan adalah untuk PLTMH yang masih beroperasi dengan baik namun:

1. memiliki kelebihan daya, sementara perlu penambahan jaringan distribusi akibat bertambahnya jumlah pelanggan.
2. masih ada potensi air yang bisa dimanfaatkan sehingga dapat menambah kapasitas pembangkit, misalnya dengan meningkatkan dimensi beberapa bangunan sipil, pipa pesat, dan peningkatan kapasitas pembangkit listrik.
3. perlu peningkatan jumlah fasa sesuai kebutuhan kegiatan produktif yang baru dikembangkan.
4. kelayakan lain belum tercapai seperti misalnya rumah pembangkit dari kayu, tiang listrik dari kayu, faktor keamanan pembangkit tidak baik

(pentanahan tidak baik), pipa pesat seadanya dan lain-lain yang memerlukan peningkatan.

Selain harus sesuai dengan salah satu persyaratan di atas, PLTMH yang layak didanai dengan dana perluasan/peningkatan PLTMH DAK Bidang Listrik Perdesaan harus:

1. memiliki dokumen studi kelayakan lama untuk PLTMH Terbangun.
2. memiliki dokumen studi kelayakan rencana perluasan dan atau peningkatan layanan PLTMH.
3. memiliki dokumen pendukung, antara lain :
 - a. bukti keberadaan pengelolaan PLTMH yaitu adanya buku iuran, buku anggota, susunan pengurus yang disahkan;
 - b. foto-foto peralatan atau kondisi yang ingin ditingkatkan.
4. sudah beroperasi paling sedikit selama 3 (tiga) tahun.

V. PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA TERPUSAT

A. Kriteria pengusulan lokasi PLTS Terpusat:

1. lokasi yang diajukan letaknya jauh dari jangkauan jaringan distribusi PT PLN (Persero) dan usulan yang diterima dengan menyertakan data-data jarak lokasi (desa) ke jaringan distribusi PT PLN (Persero) akan menjadi bahan pertimbangan untuk mendapatkan prioritas.
2. pengguna/penerima tinggal berkelompok atau jarak antar rumah satu dengan yang lainnya letaknya berdekatan dan jumlahnya relatif besar, paling sedikit 30 kepala keluarga (KK) per kawasan/kelompok (prioritas akan diberikan untuk kelompok penerima/pengguna lebih dari 100 KK/kawasan).
3. dalam jangka waktu tertentu (misalnya 5 s.d. 10 tahun ke depan) belum dapat terlayani melalui jaringan distribusi PT PLN (Persero).
4. diutamakan dapat memenuhi seluruh kebutuhan masyarakat di lokasi (desa) yang diajukan atau paling sedikit memenuhi 2/3 (dua pertiga) jumlah kepala keluarga (KK) yang ada agar dapat dilanjutkan ke Program Desa Mandiri Energi.
5. pengguna/penerima membentuk Lembaga Pengelola PLTS Terpusat secara mandiri, yang kenggotaanya dipilih secara musyawarah oleh masyarakat setempat, yang selanjutnya akan bertugas memungut iuran dari masyarakat pengguna untuk perawatan perangkat dan penggantian komponen-komponen yang tidak berfungsi lagi setelah masa garansi usai (umur teknis komponen sudah tercapai), misalnya penggantian lampu, baterai, dan lainnya.
6. usulan/proposal pengguna/penerima manfaat listrik (sampai ke tingkat desa) harus direkomendasikan oleh pemerintah daerah atau tokoh masyarakat setempat.

Secara umum peralatan PLTS Terpusat terdiri dari:

- a. modul surya;
- b. *solar charge controller*;
- c. *inverter*;
- d. baterai;
- e. rumah pembangkit;
- f. struktur pendukung dan instalasi.
- g. distribusi tenaga listrik, sambungan rumah dan instalasi rumah

B. Spesifikasi Teknis Modul Surya

1. jenis : *poly/mono-crystalline*
2. *power tolerance* per modul : $\pm 5\%$
3. j-box : dilengkapi dengan *cable gland* atau *DC-Multi Connector*
4. sertifikasi : SNI
5. garansi : paling sedikit 10 tahun untuk *degradasi output* < 10%
6. efisiensi : paling sedikit 14%
7. memprioritaskan penggunaan peralatan produk dalam negeri yang dibuktikan dengan melampirkan salinan tanda sah capaian Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) yang diterbitkan oleh Kementerian Perindustrian.
8. diproduksi di pabrik yang memiliki sertifikat ISO 9001 dan melampirkan sertifikatnya.
9. label *data performance* modul di tempel di bagian belakang modul.
10. pengujian modul surya mengikuti SNI 04-3850.2-1995: Karakteristik Modul Surya Fotovoltaik

C. Penyangga Modul Surya (*Module Array Support*)

1. bahan dan *treatment* : plat besi, besi siku dan atau pipa dengan *hot dip galvanized treatment*.
2. tinggi penyangga : paling sedikit 1 (satu) m dari permukaan tanah
3. *module array support* dapat berupa modul *support* untuk pemasangan pada permukaan tanah ataupun di atap bangunan.
4. untuk pemasangan di atas permukaan tanah, perlu dilengkapi dengan sistem *anchor/manzet*

D. *Solar Charge Controller*

1. Umum : kontroler berfungsi mengatur *charging* ke baterai, *discharge* dari baterai harus dapat dikontrol agar tidak merusak baterai
2. tegangan input : paling sedikit 48 (empat puluh delapan) Vdc
3. efisiensi : > 90%
4. tegangan baterai : paling sedikit 48 (empat puluh delapan) Vdc
5. *charge control* : *Pulse Width Modulation (PWM)*, kapasitas disesuaikan
6. Sistem proteksi : *High Voltage Disconnect (HVD)*, *Low Voltage Disconnect (LVD)*, *Short Circuit Protection*
7. dilengkapi dengan *display*, *data logger*, sensor temperatur baterai.
8. garansi paling sedikit 1 (satu) tahun.

E. *Inverter*

1. Umum : *inverter* berfungsi mengubah arus DC ke AC
2. *wave form* : *pure sine wave*
3. rated AC voltage : 220 /230 Vac (1 fasa) atau 380/400 Vac (3 fasa)
4. frekwensi : 50 Hz
5. output voltage HD Factor : < 3%
6. efisiensi : > 90%
7. tegangan baterai : paling sedikit 48 Vdc
8. *charge control* : *Pulse Width Modulation (PWM)* kapasitas disesuaikan
9. *sistem proteksi* : *High Voltage Disconnect (HVD)*, *Low Voltage Disconnect (LVD)*, *Short Circuit Protection*
10. dilengkapi dengan *display*, *data logger*, sensor temperature baterai
11. menyediakan fasilitas *remote monitoring*
12. garansi paling sedikit 1 (satu) tahun.

F. Baterai

1. Tipe : *Valve Regulated Lead Acid (VRLA)*
2. Kapasitas : menyesuaikan kapasitas PV Modul dan beban
3. Kemampuan *cycling* : paling sedikit 1.200 cycle pada 80% *Depth of Discharge (DOD)*
4. Sertifikasi : Lembaga Nasional atau Internasional

5. Garansi : paling sedikit 1 (satu) tahun
6. Harus dilengkapi dengan sistem koneksi yang dapat mencegah korosi dan arus hubung singkat (termasuk pada waktu pemasangan)

G. Jaringan Distribusi PLTS Terpusat

Pekerjaan distribusi tenaga listrik telah diatur dalam SNI, antara lain:

1. SNI 04-3855-1995 : Pedoman Teknis Instalasi Jaringan
2. SNI 04-0225-2000 : Peraturan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)
3. SNI 04-0227-1987 : Tegangan Standar
4. SNI 04-1707-1989 : Listrik Perdesaan
5. SNI 04-1690-1989 : Tiang Kayu, Syarat-Syarat Teknis
6. SNI 04-0533-1989 : Sakelar Arus Bolak-Balik
7. SNI 04-017-1989 : *Fitting* Lampu Arus Bolak-Balik
8. SNI 04-1705-1989 : Sistem Distribusi, Keandalan
9. SNI 04-0532-1989 : Kotak Hubung Bagi Arus Bolak-Balik
10. SNI 04-1922-1990 : Frekuensi Standar
11. SNI 04-1923-1990 : Arus Pengenal Standar
12. SNI 04-1926-1990 : Jaringan Distribusi Listrik Perdesaan
13. SNI 04-2702-1992 : Kilowatt Hour Meter Arus Bolak-Balik Kelas 0.5, 1, 2
14. SNI 04-3855-1995 : Pembumian Jaringan Tegangan Rendah dan Instalasi Tegangan Rendah
15. SNI 04-3879-1995 : Gangguan pada Sistem Suplai yang Diakibatkan oleh Piranti Listrik dan Perlengkapannya

H. Instalasi Rumah

1. Umum

Instalasi Rumah mencakup instalasi kabel dari jaringan ke rumah dan instalasi listrik di dalam rumah dengan ketentuan Instalasi di dalam rumah terdiri dari instalasi jaringan kabel, paling sedikit 3 (tiga) buah titik lampu, 1 (satu) buah stop kontak, alat proteksi short circuit, dan alat pembatas sesuai kapasitas daya tesambung dan pemakaian energi listrik.

2. Kabel Instalasi : NYM 2 x 1,5 mm² (memiliki SNI), maksimal 25 (dua puluh lima) m.
3. Lampu Penerangan : Lampu Hemat Energi (TL/PL/CFL) 220 (dua ratus dua puluh) V.

Daya Lampu disesuaikan kebutuhan, serta tidak menggunakan lampu dengan daya lebih dari 10 (sepuluh) watt per titik lampu, agar tidak terjadi pengurasan daya yang berlebihan.

4. Alat pembatas

Berfungsi membatasi pemakaian energi (VAh) dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. maksimum arus output sampai dengan 10 A, 220 V;
- b. batas pemakaian energi dan *reset time* dapat diatur;
- c. *setting* batas pemakaian per hari adalah tetap;
- d. memiliki sistem untuk memutus (dan menyambung kembali) hubungan listrik pada pelanggan tertentu yang bermasalah;
- e. memiliki fungsi proteksi apabila terjadi arus hubung singkat (*short-circuit*) dan fungsi ini tidak menggunakan peralatan yang memerlukan stok pengganti (contoh stok *mechanical fuse*/sekering);
- f. memiliki sistem pengaman/segel sehingga pelanggan tidak dapat melakukan pencurian energi (*bypass*).

I. Sistem Pengaman

Sistem pengaman jaringan listrik jika terjadi gangguan, baik untuk alasan keselamatan, gangguan sosial, maupun untuk memudahkan perbaikan harus menjadi bagian dari desain sistem.

J. Rumah Pembangkit (*Shelter*)

1. Umum

a. Sistem Modular

Menggunakan sistem *knock down*, sehingga menghemat waktu instalasi.

b. Tipe

Tahan cuaca panas/dingin dan anti karat.

c. Pemasangan

Shelter harus mudah dilepas/dipasang apabila akan dipindahkan ke lokasi lain.

d. Perawatan

Perawatan *shelter* harus dapat mengurangi biaya yang dibutuhkan.

e. Efisiensi Energi

Modul atau panel untuk *shelter* terbuat dari bahan *polyurethane* dengan ketebalan modul atau panel paling sedikit 75 (tujuh puluh lima) mm dan modul tersebut dapat mengurangi hingga 10 (sepuluh) dBA kebisingan yang berasal dari bagian dalam ruangan

dan memantulkan hingga 90% (sembilan puluh persen) energi panas atau cahaya pada bagian luarnya.

2. Pondasi *Shelter*

Perkuatan *shelter* terbuat dari bahan yang mampu menahan beban di atasnya dan *Shelter* dipasang dengan sistem *bolting* (menggunakan mur dan baut) pada frame-nya sehingga tidak diperlukan pekerjaan pengelasan, pemotongan atau pekerjaan berat lainnya ketika akan dipasang sedangkan apabila pondasi *shelter*-nya berada di atas tanah, maka pondasi harus dibuat dari beton bertulang/batu kali yang mampu menahan beban.

3. Modul

Dinding *shelter* berupa modul yang didalamnya berisi *frame*/rangka yang cukup mampu menahan angin dengan kecepatan 120 (seratus dua puluh) km/jam, hujan dan panas atau gangguan lainnya dan modul tersebut dihubungkan dengan lainnya pada suatu *jointing border* dengan sistem pengunci anti karat.

4. Atap

Atap terbuat dari bahan yang sama dengan panel dinding/modul *shelter*.

5. Pintu

Pintu terbuat dari bahan yang memiliki kemampuan yang sama dengan dinding/modul *shelter*, dan engsel pintu harus tidak dapat dibongkar dari luar.

VI. PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *HYBRID* SURYA-ANGIN (*PLT-HYBRID*)

A. Spesifikasi Teknis

1. Spesifikasi Umum

- a. *Photovoltaic Array* adalah rangkaian dari beberapa modul fotovoltaik, merupakan energi terbarukan ramah lingkungan (*clean energy*) yang pada siang hari akan menghasilkan energi listrik, kemudian disimpan dalam baterai sehingga sewaktu-waktu dapat dipergunakan.
- b. *Wind Turbine* adalah turbin yang mengkonversi energi angin menjadi energi gerak yang diubah generator menjadi energi listrik.
- c. *Solar Charge Controller* berfungsi untuk mengatur pengisian baterai dari *input Solar Array* agar baterai terkontrol pengisiannya sehingga tidak akan terjadi *over charge* yang dapat mengakibatkan kerusakan pada baterai.
- d. *Hybrid Controller*, terdiri dari:
 - 1) *Bidirectional Inverter*

Bidirectional Inverter merupakan pengubah tegangan DC dari baterai menjadi tegangan AC untuk menyuplai beban atau sebaliknya dari tegangan AC diesel ke DC untuk mengisi baterai, dengan mode kontrol operasi *bidirectional inverter* adalah sebagai berikut:

- a) *Voltage Control Voltage Source Inverter (VCVSI)*, yaitu mengontrol secara optimum tegangan dan frekuensi output AC pada saat berfungsi mengubah tegangan DC menjadi AC.
- b) *Current Control Voltage Source Inverter (CCVSI)*, yaitu mengatur arus pengisian ke baterai agar tercapai karakteristik pengisian yang optimum (*Bulk-Boost-Float charging*) saat berfungsi sebagai *charger*.

2) *System Command Unit*

Berfungsi untuk mengontrol operasional agar tercapai efisiensi dalam menyuplai beban.

- e. *Battery Bank*, digunakan untuk menyimpan energi pada siang dan malam hari yang berasal dari “*Energi Solar Array* dan *Energi Angin*” yang sewaktu-waktu dapat dipergunakan sesuai permintaan pada *Sistem Management Energy* yang ada pada *Hybrid Power Controller*.
- f. Mengutamakan penggunaan barang, rancang bangun dan tenaga ahli dalam negeri yang dibuktikan dengan melampirkan salinan tanda sah capaian Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) yang diterbitkan oleh Kementerian Perindustrian.

2. Spesifikasi Khusus Komponen

a. Modul Surya

- 1) Rangkaian modul surya mempunyai kapasitas total sesuai kebutuhan beban.
- 2) Dudukan penyangga module surya terbuat dari besi *hot-dipped galvanized*.
- 3) Koneksi antar modul surya menggunakan koneksi *plug-in socket*.
- 4) Keluaran *array* Modul harus melalui *PV Array Protection Panel* sebelum masuk ke *Solar Charge Controller* dan minimum terdapat 2 set *Array Protection panel* yang masing-masing dapat memproteksi minimum 10 (sepuluh) kWp Modul Surya per unitnya.

b. *Wind Turbine*

- 1) *Rated Capacity* : sesuai potensi kecepatan angin rata-rata
- 2) *Interconnection* : *Utility connected or battery charging*
- 3) *Tower* : minimum 9 meter, *hot deep galvanized. Monopole*
- 4) *Garansi* : paling sedikit 1 (satu) tahun

c. *Inverter*

- 1) Daya output minimal : disesuaikan beban
- 2) Tegangan Output : 220-230VAC, 50Hz, single Phase
- 3) Tegangan input dc : minimum 240 Vdc
- 4) Gelombang output : Sinus murni
- 5) Efisiensi minimum : 93 %
- 6) Total Harmonic Distortion (THD) : <4%
- 7) Sistem Proteksi : *Over current, over load, short circuits, over temperature, over/under voltage*
- 8) *Indicator (LCD display)* : *Inverter voltage & current, inverter frequency, generator voltage & current, generator frequency, battery voltage & current, load current & voltage*
- 9) *Operating System* : *Dual mode operated Voltage Control Voltage Source Inverter (VCVSI) atau Current Control Voltage Source Inverter (CCVSI).*
- 10) Dilengkapi dengan management control 1 (satu) set untuk mengatur energi yang masuk dan keluar dari *inverter*.
- 11) Memiliki temperatur baterai kompensasi dan *automatic battery equalization* untuk mencegah kerugian kapasitas baterai dan *life time* baterai.
- 12) Dilengkapi dengan data *logger (display* untuk tegangan arus pengisian, dan arus pengeluaran, daya dan energi).

d. *Solar Charge Controller*

- 1) Daya output total : disesuaikan
- 2) Kontrol Sistem Algoritma : PWM
- 3) *High Efficiency* : >98%
- 4) Automatic ON-OFF
- 5) Sistem Tegangan Input : 240 VDC
- 6) Memiliki sistem pengisian battery yang cepat dan aman
- 7) Tegangan output: *Boost charging voltage* : 260 – 300 V
Float charging voltage : 240 – 280 V
Low Voltage Cut Off : 198 – 238 V
Reconnected voltage : 230 – 270 V

8) Proteksi sistem : *Reverse polarity protection High battery voltage protection*

Low battery Voltage Protection

Overload protection

e. *Baterai Penyimpan (Battery Bank)*

- 1) Jenis Baterai adalah *Valve Regulated Lead Acid (VRLA), OPzV Stationary Battery*.
- 2) *Deep cycle, cycle life minimum 1.200 (seribu dua ratus) pada Deep Of Discharge (DOD) 80% (delapan puluh persen)*.
- 3) Kapasitas baterai : *Disesuaikan, tegangan nominal 2 (dua) Volt/sel, kapasitas minimal 800 Ah/sel*.
- 4) *Life Time minimal 10 (sepuluh) tahun pada suhu ruang*.
- 5) *Keluaran battery bank tegangan nominal 240 (dua ratus empat puluh) Vdc*.
- 6) *Melampirkan fotokopi sertifikat ISO dari pabrikan*.
- 7) *Penempatan baterai harus aman bagi peralatan yang lainnya*.
- 8) *Konektor baterai menggunakan tembaga dan diberi pelindung isolator agar aman bagi operator*.
- 9) *Dudukan baterai tahan terhadap korosif*.
- 10) *Pasokan daya listrik ke sistem yang telah ada dapat disulai langsung tanpa baterai*.

f. *Kabel Power dan Grounding*

- 1) *kabel power dari PV Array ke Solar Charge Controller*
- 2) *kabel power dari panel battery ke Inverter dan/atau Baterai ke Solar Charge Controller, tipe NYAF 1 x 70 mm² (SPLN/SNI)*
- 3) *Kabel power dari inverter ke panel distribusi*
- 4) *Kabel power dilengkapi dengan konektor yang sesuai*
- 5) *Material instalasi dan grounding peralatan harus disesuaikan dengan kapasitas pembangkit*

g. *Main Distribusi Panel*

- 1) *Kapasitas daya minimum : disesuaikan*
- 2) *Jumlah Feeder minimum : 2 (dua) set feeder*
- 3) *Monitoring : Tegangan, Arus, Frekuensi dan kWh*
- 4) *Penempatan harus aman dan mudah dimonitor oleh operator*

h. *Modul Array Support*

- 1) *Penyangga Modul berfungsi sebagai dudukan Modul, bahannya*

terbuat dari metal yang di *galvanize* dengan metoda *Hot deep Galvanize*.

- 2) Jenis penyangga modul *free standing* di atas pondasi yang memadai.
- 3) *Frame* Modul Surya harus kokoh dan mudah dipasang pada penyangga modul (*modul support*).
- 4) Penyangga Modul harus memiliki sudut kemiringan antara 10-15 derajat agar memperoleh energi penyinaran yang maksimum.
- 5) Ketinggian antara Modul dan permukaan tanah pada titik terendah minimal 70 (tujuh puluh) cm.
- 6) Gambar teknik (mekanik dan sipil) sistem penyangga modul dilampirkan dalam dokumen teknis.

i. *Power House*

- 1) Untuk keperluan penempatan peralatan dan operasional harus dibangun rumah permanen/*shelter* yang terbagi atas ruang baterai dan ruang kontrol
- 2) Ruang baterai harus ada ventilasi untuk sirkulasi udara
- 3) Pemasangan instalasi listrik sebanyak 5 (lima) titik untuk 3 (tiga) lampu dan 2 (dua) stop kontak, dan dilengkapi dengan MCB 2 A.
- 4) Di sekitar bangunan *power house* dilengkapi dengan sistem penangkal petir untuk melindungi area peralatan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid.
- 5) Dilengkapi gambar detail konstruksi bangunan, *layout* penempatan peralatan dalam bangunan, instalasi jaringan listrik, dan penangkal petir.
- 6) Jika menggunakan bangunan permanen, spesifikasi bangunan minimal:
 - a) Pondasi menggunakan batu kali/setara dengan kedalaman minimal 50 (lima puluh) cm;
 - b) Dinding menggunakan bata merah atau setara, diplester halus dan dicat;
 - c) Atap menggunakan asbes gelombang dengan kerangka kayu kelas 2 (dua);
 - d) Kusen menggunakan kayu kelas 2 (dua);
 - e) Pintu terbuat dari triplek/alumunium dilengkapi dengan kunci;
 - f) Jendela kaca 3 (tiga) mm;
 - g) Lantai ruang baterai dan Lantai ruang control menggunakan keramik;
 - h) Lantai ruang baterai harus diperkuat dengan beton bertulang agar dapat menahan berat baterai;

- i) Ventilasi secukupnya;
 - j) Plafon terbuat dari triplek 3 (tiga) mm dengan Tinggi 3 (tiga) m;
 - k) Dilengkapi dengan jalan setapak dengan lebar 1 (satu) m dari pintu gerbang ke pintu rumah pembangkit.
- 7) Seluruh fasilitas Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* diberi Pagar keliling seluas area yang disediakan dengan tinggi minimal 120 (seratus dua puluh) cm, dilengkapi dengan pintu gerbang.
- j. Sistem
Distribusi, Sambungan dan Instalasi Rumah mengikuti SNI.
- k. Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* sebelum dioperasikan harus dilakukan uji operasi yang disaksikan oleh pemberi kerja serta calon operator.

VII. FORMAT LAPORAN

**Laporan Triwulan I/II/III
Dana Alokasi Khusus Bidang Listrik Perdesaan**

| | | |
|--------------------|---|---|
| Nama PLTMH | : | |
| Tahun Anggaran DAK | : | |
| Koordinat GPS | : | Lintang S/U Bujur Timur |
| Kampung/Dusun | : | |
| Desa | : | |
| Kecamatan | : | |
| Kabupaten | : | |
| Nama Sungai | : | |
| Pelapor | : | Pemda Kabupaten |
| Tanggal Pelaporan | : | |

Kemajuan Proyek PLTMH DAK Listrik Perdesaan

| Bangunan Sipil | | | | |
|--|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Status Kemajuan | | Persiapan | Konstruksi | Selesai |
| Bendung | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Intake | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Pengendap Awal | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Saluran Pembawa | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Forebay | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Pipa Pesat | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Rumah Pembangkit | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Draft Tube ¹ | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Tail Race | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Catatan | | | | |
| Peralatan Elektro Mekanik | | | | |
| Status Kemajuan | | Dipesan | Tiba di lokasi | Terpasang |
| Turbin | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Generator | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kontrol (ELC/IGC) | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Catatan | | | | |
| Distribusi dan Sambungan Rumah/Instalasi Rumah | | | | |
| Status Kemajuan | | Dipesan | Tiba di Lokasi | Terpasang |
| Tiang Distribusi | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kabel Distrubusi | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Trafo | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kabel Sambungan Rumah | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

¹ Hanya untuk Turbin Propeller (horizontal, tubular, open flume)

| | | | | |
|--------------------------------|--|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Pembatas/kWh meter | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Instalasi Rumah | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Catatan | Kemajuan (sudah diselesaikan sebanyak) | | | |
| | | Tiang Distribusi | : | buah |
| | | Kabel Distribusi | : | meter |
| | | Kabel Sambungan Rumah | : | meter |
| | | Instalasi Rumah | : | rumah |
| Lembaga Pengelola PLTMH | | | | |
| Status Kemajuan | | Belum Dipilih | Terpilih | Terlatih |
| Ketua | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Bendahara | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Operator | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | Belum Ditetapkan | Telah Ditetapkan | Tarif |
| Iuran | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Rp. |
| Catatan | | | | |

| | | | |
|-----------------------------------|---|------------------------------|-----------------------------------|
| Jadwal dan Penyerapan Dana | | | |
| Status Kemajuan | | Rencana dan Realisasi | |
| Jadwal Konstruksi | : | Mulai: | Selesai: |
| Anggaran | : | Total | Penyerapan Sampai Saat Ini |
| | | Rp. | Rp. |
| Catatan | | | |

.....2012
(Pelapor),

Nama Lengkap

| Lembaga Pengelola PLTS Terpusat | | | | |
|--|---|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Status Kemajuan | | Belum Dipilih | Terpilih | Terlatih |
| Ketua | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Bendahara | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Operator | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | Belum Ditentukan | Telah Ditentukan | Tarif |
| Iuran | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Rp. |
| Catatan | | | | |

| Jadwal dan Penyerapan Dana | | | |
|-----------------------------------|---|------------------------------|-----------------------------------|
| Status Kemajuan | | Rencana dan Realisasi | |
| Jadwal Konstruksi | : | Mulai: | Selesai: |
| Anggaran | : | Total | Penyerapan Sampai Saat Ini |
| | | Rp. | Rp. |
| Catatan | | | |

..... 2012
(Pelapor),

Nama Lengkap

| Instalasi Rumah: rumah | | | |
|------------------------------|---|--------------------------|--------------------------|
| Lembaga Pengelola PLT-Hybrid | | | |
| Status Kemajuan | | Belum Dipilih | Terlatih |
| Ketua | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Bendahara | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Operator | : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | Belum Ditentukan | Tarif |
| Iuran | : | <input type="checkbox"/> | Rp. |
| Catatan | | | |

| Jadwal dan Penyerapan Dana | | | |
|----------------------------|---|-----------------------|----------------------------|
| Status Kemajuan | | Rencana dan Realisasi | |
| Jadwal Konstruksi | : | Mulai: | Selesai: |
| Anggaran | : | Total | Penyerapan Sampai Saat Ini |
| | | Rp. | Rp. |
| Catatan | | | |

..... 2012
(Pelapor),

Nama Lengkap

VIII. PENUTUP

Pelaksanaan DAK Bidang Listrik Perdesaan mengacu pada Peraturan Menteri ini. Selanjutnya dalam pelaksanaan kegiatannya agar disinergikan dengan kegiatan yang bersumber dari pendanaan lainnya sehingga dapat berdaya guna dan berhasil guna.

MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
REPUBLIK INDONESIA,

JERO WACIK