



**MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
REPUBLIK INDONESIA**

**PERATURAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
NOMOR : 08 TAHUN 2011**

**TENTANG**

**PETUNJUK TEKNIS PENGGUNAAN DANA ALOKASI KHUSUS  
BIDANG LISTRIK PERDESAAN TAHUN ANGGARAN 2011**

**DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA**

**MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL,**

- Menimbang** :
- a. bahwa pembangunan pembangkit tenaga listrik yang menggunakan energi terbarukan telah didanai dari dana alokasi khusus bidang listrik perdesaan sebagaimana dimaksud dalam Peraturan Menteri Keuangan Nomor 216/PMK.07/2010 tentang Pedoman Umum dan Alokasi Dana Alokasi Khusus Tahun Anggaran 2011;
  - b. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan sesuai ketentuan Pasal 59 ayat (1) Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2005 tentang Dana Perimbangan, perlu menetapkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral tentang Petunjuk Teknis Penggunaan Dana Alokasi Khusus Bidang Listrik Perdesaan Tahun Anggaran 2011;
- Mengingat** :
1. Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2005 tentang Dana Perimbangan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 137, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4575);
  2. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan antara Pemerintah, Pemerintahan Daerah Provinsi, dan Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
  3. Keputusan Presiden Nomor 84/P Tahun 2009 tanggal 21 Oktober 2009;
  4. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 18 Tahun 2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2010 Nomor 552);
  5. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 216/PMK.07/2010 tentang Pedoman Umum dan Alokasi Dana Alokasi Khusus Tahun Anggaran 2011 (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2010 Nomor 590);

**MEMUTUSKAN...**

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : PERATURAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL TENTANG PETUNJUK TEKNIS PENGGUNAAN DANA ALOKASI KHUSUS BIDANG LISTRIK PERDESAAN TAHUN ANGGARAN 2011.

BAB I  
KETENTUAN UMUM

Pasal 1

Dalam Peraturan Menteri ini yang dimaksud dengan:

1. Dana Alokasi Khusus Bidang Listrik Perdesaan, selanjutnya disebut DAK Bidang Listrik Perdesaan, adalah dana yang bersumber dari APBN yang dialokasikan kepada Daerah tertentu dengan tujuan untuk membantu mendanai kegiatan pembangunan Energi Terbarukan berupa Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpusat dalam mendorong percepatan pembangunan daerah.
2. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, selanjutnya disebut PLTMH adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air di bawah kapasitas 1 MW yang dapat berasal dari saluran irigasi, sungai, atau air terjun alam, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunnya dan jumlah debit air.
3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpusat, selanjutnya disebut PLTS Terpusat adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan tenaga matahari dengan cara memanfaatkan intensitas cahaya dimana energi yang dihasilkan, disalurkan kepada pemakai melalui jaringan listrik.
4. Satuan Kerja Perangkat Daerah yang menangani bidang energi, selanjutnya disingkat SKPD yang menangani bidang energi adalah organisasi/lembaga pada Pemerintah Daerah yang bertanggung jawab dan menangani bidang energi yang akan menggunakan anggaran atau menyelenggarakan kegiatan yang dibiayai dari DAK Bidang Listrik Perdesaan.
5. Menteri adalah Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral.
6. Kementerian adalah Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Pasal 2

- (1) Peraturan Menteri ini dimaksudkan sebagai pedoman bagi Kementerian dan Pemerintah Kabupaten dalam perencanaan, pelaksanaan, pemantauan dan evaluasi dari segi teknis terhadap kegiatan yang dibiayai dari DAK Bidang Listrik Perdesaan.
- (2) Petunjuk teknis ini bertujuan:
  - a. menjamin tertib perencanaan, pelaksanaan, pemantauan dan evaluasi DAK Bidang Listrik Perdesaan yang dilaksanakan oleh Pemerintah Kabupaten;
  - b. menjamin ...

- b. menjamin terlaksananya koordinasi antara Kementerian dan Pemerintah Kabupaten dalam perencanaan, pelaksanaan, pemantauan dan evaluasi kegiatan yang dibiayai dengan DAK Bidang Listrik Perdesaan;
  - c. meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemanfaatan DAK Bidang Listrik Perdesaan, serta mensinergikan kegiatan yang dibiayai dengan DAK Bidang Listrik Perdesaan;
  - d. meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan sebagai upaya mewujudkan sasaran bauran energi nasional untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil/konvensional;
  - e. meningkatkan peran serta pemerintah daerah dalam upaya pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan.
- (3) Ruang lingkup pengaturan dalam Peraturan Menteri ini meliputi arah kegiatan, sasaran dan perencanaan, koordinasi penyelenggaraan, tugas dan tanggung jawab pelaksanaan kegiatan dan anggaran, pemantauan dan evaluasi, pelaporan, serta penilaian kinerja.

## BAB II ARAH KEGIATAN, SASARAN DAN PERENCANAAN

### Pasal 3

- (1) DAK Bidang Listrik Perdesaan diarahkan untuk membiayai kegiatan fisik bidang energi terbarukan yang meliputi:
- a. pembangunan PLTMH baru;
  - b. rehabilitasi PLTMH yang rusak;
  - c. perluasan/peningkatan pelayanan tenaga listrik dari PLTMH;
  - d. pembangunan PLTS Terpusat.
- (2) Kegiatan pembangunan PLTMH baru sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a merupakan kegiatan prioritas.
- (3) Kegiatan pembangunan PLTS Terpusat sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf d dapat dilakukan apabila daerah di Kabupaten tidak mempunyai potensi PLTMH yang layak secara teknis dapat dikembangkan.
- (4) Ketentuan mengenai spesifikasi teknis kegiatan fisik bidang energi terbarukan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dengan Peraturan Menteri ini.

### Pasal 4

Sasaran penerima/pemanfaat DAK Bidang Listrik Perdesaan diprioritaskan untuk desa terpencil/terisolir dari jangkauan listrik PT PLN (Persero).

#### Pasal 5

- (1) Berdasarkan penetapan alokasi DAK Bidang Listrik Perdesaan dari Menteri Keuangan, Bupati/Walikota penerima DAK Bidang Listrik Perdesaan membuat Rencana Kegiatan yang akan dibiayai dengan DAK Bidang Listrik Perdesaan secara partisipatif berdasarkan konsultasi dengan berbagai pemangku kepentingan.
- (2) Rencana Kegiatan dan usulan perubahannya disampaikan kepada Menteri dengan tembusan kepada Sekretaris Jenderal Kementerian dan Direktur Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi.
- (3) Rencana kegiatan dan usulan perubahannya sebagaimana dimaksud pada ayat (2), harus mendapatkan persetujuan dari Direktur Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi atas nama Menteri.

### BAB III KOORDINASI PENYELENGGARAAN

#### Pasal 6

- (1) Dalam rangka penyelenggaraan kegiatan DAK Bidang Listrik Perdesaan, Kementerian melakukan koordinasi dengan Pemerintah Kabupaten.
- (2) Dalam rangka koordinasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1), Kementerian melakukan kegiatan sebagai berikut :
  - a. memfasilitasi pelaksanaan sosialisasi kepada Daerah-daerah yang mendapat DAK Bidang Listrik Perdesaan;
  - b. memfasilitasi pelaksanaan bimbingan teknis terhadap pelaksanaan DAK Bidang Listrik Perdesaan oleh Daerah;
  - c. melaksanakan pemantauan dan evaluasi terhadap pelaksanaan DAK Bidang Listrik Perdesaan oleh Daerah.

### BAB IV TUGAS DAN TANGGUNG JAWAB PELAKSANAAN KEGIATAN DAN ANGGARAN

#### Pasal 7

- (1) SKPD yang menangani bidang energi melaksanakan kegiatan yang dananya bersumber dari DAK Bidang Listrik Perdesaan sebagaimana telah ditetapkan oleh Menteri Keuangan.
- (2) Kepala SKPD yang menangani bidang energi bertanggung jawab secara fisik dan keuangan terhadap pelaksanaan kegiatan yang dibiayai dari DAK Bidang Listrik Perdesaan.

Pasal 8 ...

### Pasal 8

- (1) Bupati penerima DAK Bidang Listrik Perdesaan wajib mengalokasikan dana pendamping dari Anggaran Pendapatan Belanja Daerah paling kurang 10 % (sepuluh persen) dari jumlah DAK Bidang Listrik Perdesaan yang diterimanya.
- (2) Dana pendamping sebagaimana dimaksud pada ayat (1) digunakan untuk kegiatan fisik.
- (3) Selain dana pendamping sebagaimana dimaksud pada ayat (1), Bupati penerima DAK Bidang Listrik Perdesaan mengalokasikan dana penunjang untuk kegiatan operasional lainnya.

## BAB V PEMANTAUAN DAN EVALUASI

### Pasal 9

Kementerian melaksanakan pemantauan dan evaluasi dari segi teknis terhadap kegiatan yang dibiayai dengan DAK Bidang Listrik Perdesaan.

### Pasal 10

Pelaksanaan DAK Bidang Listrik Perdesaan yang dipantau dan dievaluasi meliputi:

- a. kesesuaian antara Rencana Kegiatan dengan arah kegiatan DAK Bidang Listrik Perdesaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3;
- b. kesesuaian antara pelaksanaan dengan Rencana Kegiatan.

### Pasal 11

Pengawasan fungsional/pemeriksaan pelaksanaan kegiatan dan pengelolaan keuangan DAK Bidang Listrik Perdesaan dilakukan oleh instansi-instansi terkait sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

## BAB VI PELAPORAN

### Pasal 12

Pelaporan pelaksanaan DAK Bidang Listrik Perdesaan dilakukan secara berjenjang, mulai dari Kepala SKPD yang menangani bidang energi, dan Bupati sebagai berikut :

- a. Kepala SKPD yang menangani bidang energi sebagai pelaksana DAK Bidang Listrik Perdesaan wajib menyampaikan laporan triwulan tentang realisasi pelaksanaan DAK Bidang Listrik Perdesaan dan laporan akhir tahun anggaran kepada Bupati;

b. Bupati ...

- b. Bupati wajib menyampaikan laporan triwulan tentang realisasi pelaksanaan DAK Bidang Listrik Perdesaan dan laporan akhir tahun anggaran kepada Menteri, Menteri Keuangan, Menteri Dalam Negeri dengan tembusan kepada Sekretaris Jenderal Kementerian, dan Direktur Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi.
- c. Laporan triwulanan dan Laporan akhir tahun anggaran memuat gambaran umum rencana kegiatan DAK Bidang Listrik Perdesaan, sasaran yang ingin dicapai, uraian pelaksanaan, hasil yang telah dicapai dan realisasi anggaran, serta hambatan dan permasalahan dalam pelaksanaan.
- d. Pelaporan menjadi salah satu dasar penilaian dalam kriteria alokasi anggaran DAK Bidang Listrik Perdesaan pada tahun berikutnya.

## BAB VII PENILAIAN KINERJA

### Pasal 13

- (1) Pelaksanaan DAK Bidang Listrik Perdesaan yang tidak sesuai dengan ketentuan Peraturan Menteri ini dapat berakibat pada penilaian kinerja yang negatif, yang akan dituangkan dalam laporan Menteri ke Menteri Keuangan, Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional/Ketua Bappenas, dan Menteri Dalam Negeri.
- (2) Kinerja penyelenggaraan DAK Bidang Listrik Perdesaan akan dijadikan salah satu pertimbangan dalam usulan pengalokasian DAK Bidang Listrik Perdesaan oleh Kementerian pada tahun berikutnya.
- (3) Penyimpangan dalam pelaksanaan DAK Bidang Listrik Perdesaan dikenakan sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

## BAB VIII KETENTUAN LAIN-LAIN

### Pasal 14

- (1) Dalam hal terjadi bencana alam, Daerah dapat mengubah penggunaan DAK untuk kegiatan di luar yang telah diatur dalam Petunjuk Teknis ini, setelah sebelumnya mengajukan usulan perubahan yang telah mendapatkan pertimbangan Menteri Dalam Negeri dan mendapatkan persetujuan tertulis dari Menteri.
- (2) Bencana alam sebagaimana dimaksud pada ayat (1), merupakan bencana alam yang dinyatakan secara resmi oleh Kepala Daerah terkait.
- (3) Perubahan penggunaan DAK sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat dilakukan sepanjang dalam bidang yang sama dan tidak mengubah besaran alokasi DAK pada bidang tersebut.

BAB IX  
KETENTUAN PENUTUP

Pasal 15

Peraturan Menteri ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan Peraturan Menteri ini dengan penempatannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta  
pada tanggal 13 Mei 2011

MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL,

ttd.

DARWIN ZAHEDY SALEH

Diundangkan di Jakarta  
pada tanggal 13 Mei 2011

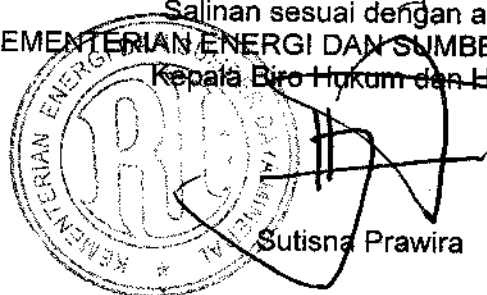
MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

PATRIALIS AKBAR

BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA TAHUN 2011 NOMOR 291

Salinan sesuai dengan aslinya  
KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
Kepala Biro Hukum dan Humas,



Sutisna Prawira

LAMPIRAN PERATURAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL

NOMOR : 08 TAHUN 2011

TANGGAL : 13 MEI 2011

**SPEKIFIKASI TEKNIS KEGIATAN DAK BIDANG LISTRIK PERDESAAN**

**A. PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)**

**1. Persyaratan Umum**

- Kapasitas terpasang dari PLTMH sesuai dengan kemampuan pabrikan lokal
- Telah mempunyai dokumen FS sederhana yang mengangkut gambaran lokasi, kapasitas, *layout* lokasi pembangunan, rencana anggaran biaya
- Kejelasan status lahan, Daerah menyediakan lahan untuk keperluan rumah pembangkit, saluran pembawa, pipa pesat dan jalan akses
- Rencana pengelolaan yang menggambarkan keterlibatan masyarakat mulai dari perencanaan, pembangunan sampai dengan pengoperasian/ pemeliharaan.
- Kesiapan masyarakat selaku calon pengguna untuk mengoperasikan unit pembangkit dan membayar biaya pemakaian tenaga listrik pada tingkat harga yang disepakati bersama.

**2. Spesifikasi Teknis**

**a. Spesifikasi PLTMH Umum – Pemilihan Peralatan Elektro Mekanik**

Pemilihan peralatan elektro mekanik bisa mengacu pada tabel berikut ini.

Komponen	Deskripsi	Kurang dari 10 kW	Lebih dari 10 kW
<b>Turbin</b>	Jenis	Cross Flow Propeller PAT	Cross Flow Propeller PAT
<b>Generator</b>	Jenis	Sinkron kecuali Propeller Open Flume bisa Asinkron Satu/Tiga Fasa	Sinkron Tiga Fasa
	Dengan <i>Brush/ Brushless</i>	<i>Brushless</i>	<i>Brushless</i>
	Efisiensi Generator	Minimal 60% disarankan 80%	Minimal 80%
	Tegangan dan Frekuensi	220/240 V, 1 fasa, 50 Hz	415 V, 3 fasa, 50 Hz
	Rekomendasi	atau 415 V, 3 fasa, 50 Hz	
<b>Kontrol</b>	Jenis	ELC	ELC
	<i>Ballast</i>	Pemanas Air atau Udara	
	Roda gila	Perlu untuk operasi sendiri (stand alone)	
	<i>Switch Gear dan Earth Fault Protection</i>	MCB/MCCB untuk proteksi over current ELCB perlu ada	
	Monitoring dan Proteksi	Arus, Tegangan, Frekuensi	
	Meter	Produksi Energi, kWh meter, Hour Meter dan lain-lain	
<b>Efisiensi Skema PLTMH</b>	Pada debit dan head rancangan	Lebih besar dari 40%	Lebih besar dari 45%



## b. Bangunan Sipil dan Peralatan Pendukung

Bangunan sipil adalah bagian penting dalam suatu skema PLTMH. Pada umumnya 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 tak terlepaskan dari komponen sipil suatu PLTMH.

### 1. Spesifikasi

#### 1.1 Umum

- Saluran pembawa air, kecuali pipa pesat dan tail race, harus mampu menampung debit air 10% lebih tinggi dari debit rancangan. Hal ini ditujukan 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.
- Survei topografi secara lengkap harus dilakukan dan hasilnya digambarkan pada peta situasi dengan skala 1:1.000 atau lebih kecil, termasuk potongan memanjang, potongan melintang dan secara jelas menunjukkan informasi topografi daerah rencana pembangunan PLTMH.
- Survei geoteknik diperlukan untuk mengetahui kondisi batuan di daerah rencana bangunan sipil termasuk di dalamnya kestabilan tanah dan lain-lain.

#### 1.2 Intake dan Diversion Structure

- *Drop intake* bisa dipergunakan jika gradient sungai lebih dari 5% jika kurang dari itu intake lateral bisa dipergunakan (misalnya *side intake*).
- Lokasi *intake* harus dipilih di tempat yang mampu menyedot sebanyak mungkin air dan tidak membawa sedimen apung yang akan masuk ke dalam *intake*. Bendung dan *intake* sebaiknya mampu menahan banjir tahunan minimum dengan periode 25 tahunan.
- Bukaan *intake* (*intake orifice*) harus tenggelam di bawah muka air setiap kondisi aliran.
- Pintu menutup *intake* diperlukan dalam rangka mengosongkan bangunan pembawa air dan untuk perawatan atau perbaikan.
- *Trash rack* harus dipasang di *intake* khususnya untuk sedimen apung berukuran besar.
- Bangunan *intake* harus dirancang sedemikian rupa sehingga aliran banjir selalu melewati bendung dan tidak engalir melalui bangunan *intake*.
- Pedoman teknis bangunan air dapat mengacu kepada Standar Nasional Indonesia SNI 03-1731-1989 tentang Pedoman Perencanaan Bendungan Bangunan Sipil.

#### 1.3 Bak Pengendap

- Bak pengendap harus mampu mengendapkan material sedimen seperti tanah, pasir dan bebatuan
- Aliran air harus tidak menimbulkan olakan (turbulensi) di dalam bak pengendap sehingga material sedimen bisa dengan mudah diendapkan.
- Bak pengendap harus dibuat dari konstruksi beton bertulang.
- Mekanisme pembuangan endapan harus ada dan dapat berupa pintu air atau jenis lain.
- Jika air yang dipakai adalah mata air yang tidak membawa material sedimen, maka bak pengendap tidak diperlukan
- Jika kualitas air yang biasanya buruk dan banyak membawa material sedimen, maka setelah bangunan *intake* harus dilengkapi dengan bak pengendap.
- Kemiringan lantai bak pengendap paling tidak 1:20 untuk intake lateral atau 1:10 untuk *intake* tipe drop (*river bed intake*)
- Bentuk bak harus sedemikian rupa sehingga endapan terkumpul diujung bak dan mendekati katup atau pintu penguras.

- Kapasitas pintu penguras harus cukup besar sehingga air di bak pengendap tetap bisa terbuang sementara *intake* tetap terbuka penuh untuk memasukkan air penguras
- *Spill way* untuk bak pengendap sebaiknya ada di sepanjang bak di sisi sungai sehingga luapan air dapat langsung terbuang ke sungai.

#### 1.4 Saluran Pembawa

- Tidak disarankan menggunakan saluran alami dari tanah.
- Acian dinding saluran pembawa menggunakan adukan semen dengan perbandingan minimum 1:3 (1 semen, 3 pasir).
- Penguatan *slope* tanah perlu dilakukan disesuaikan dengan kebutuhan lokasi.
- Pipa plastik bisa dipergunakan untuk saluran pembawa. Jika dipergunakan pipa PVC atau HDPE maka pipa harus dipendam dengan kedalaman minimum 60 cm.
- Jembatan pipa atau talang dapat dipakai pada daerah yang rawan longsor.
- Jika saluran pembawa sangat panjang dan melalui tebing yang terjal, saluran pembuang air harus diarahkan ke saluran alami sehingga aman bagi kekuatan tanah.
- Jika diperlukan, pada saluran pembawa yang menggunakan pipa dipasangkan pipa pelepas udara di lokasi-lokasi belokan tajam.
- Untuk saluran pembawa tinggi muka air minimal berjarak 25 cm dari bibir saluran (*freeboard*) pada saat beban maksimal.

Hal yang berkaitan dengan konstruksi bisa dilihat dalam bagian konstruksi bangunan sipil.

#### 1.5 Forebay

- *Forebay* dalam bentuk tanki bisa dibuat dari pasangan batu, atau beton bertulang. Ketebalan beton minimal mempunyai diameter 25 cm.
- *Forebay* harus dibuat dari konstruksi kedap air dan tahan bocor
- *Forebay* menghubungkan saluran pembawa dan pipa pesat
- *Forebay* harus dilengkapi dengan :
  - a. *Trash rack* yang lebih halus.
  - b. *Spill way* dengan kapasitas 120% dari debit rancangan.
  - c. Saluran pembuangan dari Flush gate untuk membuang endapan lebih baik terpisah dari saluran *spill way*.
  - d. Saluran pembuang air dari *spill way* dilengkapi dengan struktur pemecah energi air (misalnya konstruksi tangga).
- Lebar *forebay* paling tidak selebar *trash rack*, *spill way* sebaiknya sepanjang *forebay* juga.
- Pipa pesat (*pipa pesat*) harus terendam air dalam kedalaman minimum 2 kali diameter pipa pesat, jarak pipa pesat dari dasar *forebay* minimum 30 cm.
- Endapan direncanakan sedemikian rupa sehingga tidak masuk ke pipa pesat.
- Tangga harus disediakan untuk pembersihan tangki *forebay*.

Masalah konstruksi bangunan sipil bisa dilihat pada bagian konstruksi.

#### 1.6 Pipa Pesat (*Penstock*)

- Pipa pesat bisa terbuat dari *mild steel*, HDPE, atau PVC harus dalam kondisi baru dan baik.
- Ketebalan bahan pipa pesat dari bahan besi harus disesuaikan dengan *head*, minimal ketebalan adalah 3,2 mm.
- Pipa pesat harus dicegah terjadinya korosi, keamanan menjadi faktor penting.
- 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.
- Pipa pesat harus dirancang sedemikian sehingga kehilangan tekanan (*head losses*) di dalam pipa pesat maksimal 10% dari *head total*.
- Pipa pesat yang amat panjang ( $5 \times \text{head}$ ) maksimal kehilangan tekanan 15% masih bisa ditoleransi.
- Tingkat tekanan yang bisa diterima pipa pesat harus mempertimbangkan tekanan tiba-tiba (*surge pressure*), tekanan statik dan tekanan yang dihasilkan karena

penutupan *guide vane*. Spesifikasi tekanan ini harus bisa diaplikasikan di seluruh bagian pipa pesat.

- Pipa pesat harus mampu menahan tekanan akibat *water hammer*.
- Pipa pesat harus dilengkapi dengan pipa napas di ujung atas pipa pesat. Ukuran diameter pipa napas berkisar 1% sampai 2% diameter pipa pesat.
- Jika diperlukan katup udara (*air release valve*) dipasang pada titik-titik dimana ada perubahan arah pipa pesat yang signifikan seperti pada belokan.
- Spesifikasi katup udara disesuaikan dengan tingkat tekanan yang kemungkinan diterima di titik tersebut.

Masalah pabrikasi dan konstruksi pipa pesat bisa dilihat pada bagian pabrikasi dan konstruksi.

Pedoman teknis pekerjaan ini mengacu kepada Standar Nasional Indonesia SNI 7-6405-2000 dan SNI 13-3472-1994.

### 1.7 Rumah Pembangkit (*Power House*)

- Rumah pembangkit harus mampu melindungi peralatan elektro mekanikal dan kontrol dari cuaca yang buruk serta akses dari orang yang tidak memiliki hak.
- Rumah pembangkit harus berada pada posisi yang lebih tinggi dari ketinggian banjir tahunan (misalnya banjir 25 tahunan atau 50 tahunan).
- *Layout* peralatan di dalam rumah pembangkit harus mengindahkan kemudahan pergerakan operator di dalamnya termasuk saat perbaikan turbin atau kontrol.
- Luas rumah pembangkit harus disesuaikan dengan besarnya turbin dan kubikel kontrol.
- Jika dimungkinkan, rumah pembangkit memiliki rel gantung (*hoist*) sebagai alat bantu kerja perbaikan.
- Pondasi rumah turbin dibuat dari konstruksi beton bertulang yang mampu menahan gaya dan tekanan dari turbin maupun dari pipa pesat.
- *Anchor block* harus dipasang di rumah pembangkit sehingga tekanan dari pipa pesat tidak dibebankan kepada *turbine housing* namun disalurkan ke tanah.
- Saluran kabel di dalam rumah pembangkit harus dirancang agar tidak mudah terendam air (misalnya jika ada kebocoran).
- Tinggi atap atau plafon minimum adalah 2.5 meter atau tanpa plafon sama sekali.
- *Tailrace* harus dirancang sehingga ketinggian muka air saat turbin berada pada operasi maksimal berjarak minimum 30 cm dari outlet turbin.
- Rumah pembangkit yang terbuat dari dinding kayu hanya boleh dilakukan untuk PLTMH berkapasitas di bawah 5 kW. Disarankan rumah pembangkit untuk semua kapasitas menggunakan dinding pasangan bata.
- Penumbumian proteksi dalam rumah pembangkit :
  - a. Semua barang terbuat dari metal di dalam rumah pembangkit harus diberi penumbumian sebagai proteksi.
  - b. Penumbumian dari semua peralatan tersebut dijadikan satu.
  - c. Batang untuk penumbumian minimal berukuran 10 mm<sup>2</sup> dan terbuat dari tembaga dan ditanam cukup dalam ke dalam tanah.
  - d. Proteksi untuk peralatan lain disesuaikan dengan spesifikasi dan metode dari produsen.

Konstruksi bangunan rumah pembangkit mengacu kepada bagian konstruksi sipil.

Proteksi pertanahan jaring tegangan rendah dan instalasi dapat mengacu kepada Standar PLN : SPLN 3-1978.

### 1.8 *Trash rack*

- *Trash rack* tidak boleh terbuat dari bambu atau kayu. *Trash rack* harus dibuat dengan menggunakan besi pejal dengan diameter minimal 4 mm atau besi plat dengan ketebalan minimum 3 mm.
- *Trash rack* dipasang di *intake* dan saluran pembawa awal dengan bukaan yang relatif lebar tergantung kepada karakter ukuran sampah dengan bukaan minimal 5 cm dan maksimum 10 cm.

- *Inlet* pipa pesat harus menggunakan *trash rack* yang lebih sempit bukaanannya. Bukaan atau jarak antar besi disesuaikan dengan ukuran *nozzle* turbin pada kasus turbin impuls.
- *Trash rack* harus mampu menahan tekanan air karena adanya penyumbatan pada kondisi air penuh.
- Kemiringan *trash rack* paling tidak adalah 70 derajat dari dataran sehingga memudahkan untuk pembersihan.
- *Trash rack* harus bisa dilepas dari struktur sipil untuk akses perbaikan dan pembersihan.
- Untuk pabrikan *trash rack*, bisa mengacu kepada bagian pabrikan peralatan hidro mekanik.

### 1.9 Pintu Air dan Katup Pengaman

- Tidak disarankan menggunakan pintu air dengan *stop log* kecuali untuk PLTMH dengan kapasitas dibawah 5 kW.
- Ukuran pintu air disesuaikan dengan ukuran saluran yang akan dilayani.
- Menggunakan alat bantu pemutar sehingga memudahkan operasi.
- Pintu air harus dilindungi dari karat.
- Pintu air harus mampu menahan tekanan pada kondisi air penuh.
- Katup pengaman turbin harus mampu menahan tekanan statik maupun tekanan surja serta *water hammer*.
- Katup pengaman sebaiknya dipasang pada sistem PLTMH dengan kapasitas lebih besar 15 kW yang menggunakan turbin impuls.

Untuk pabrikan pintu air, mengacu kepada bagian pabrikan peralatan hidro mekanik. Pabrikan katup tidak diatur, namun spesifikasi katup yang dipakai harus sesuai dengan pedoman teknis yang berlaku dan tekanan air yang diterima.

## 2. Konstruksi Peralatan Hidro Mekanik

Peralatan hidro mekanik antara lain adalah peralatan mekanik yang menjadi pelengkap bangunan air seperti misalnya *trash rack*, pintu air, pipa pesat, dan katup pengaman turbin. Dalam hal ini, katup-katup biasanya merupakan produksi masal sehingga pedoman teknis khusus sudah diterapkan untuknya. Oleh karena itu dalam bagian ini hanya dibahas mengenai pabrikan *trash rack*, pipa pesat serta pintu-pintu air.

### 2.1. *Trash rack*

- *Trash rack* harus dibuat dengan menggunakan besi beton dengan diameter minimal 4 mm atau besi plat dengan ketebalan minimal 3 mm. Pengelasan harus kuat dan rapi. Pengelasan menggunakan las listrik.
- *Trash rack* harus dilindungi dari korosi dengan melakukan pengecatan atau galvanisasi. Pengecatan dilakukan dengan cat dasar besi kemudian dicat anti karat minimal dua kali pengecatan. Pengecatan dilakukan setelah dilakukan proses sand blasting untuk menghilangkan karat atau proses lain untuk menghilangkan karat. Pengecatan menggunakan cat khusus anti karat. Galvanisasi direkomendasikan untuk dilakukan jika proses bisa dilakukan.
- *Trash rack* untuk *intake* dan saluran pembawa paling tidak memiliki celah selebar 5 cm atau lebih lebar.
- *Trash rack* untuk *inlet* pipa pesat harus memiliki celah yang lebih kecil dari *trash rack* di *intake*. Ukuran celah tidak boleh lebih besar dari 0.5 kali jarak antar *runner blades* (baik propeller maupun cross flow) atau 0.5 kali diameter *nozzle* untuk pelton. Untuk turbin tipe lain disesuaikan dengan ukuran sampah kecil yang sering terbawa dalam air.

### 2.2. Pintu Air

- Pintu air adalah pintu air itu sendiri dan *frame* yang tertanam dalam konstruksi sipil
- Pintu air harus dibuat dari besi dengan ketebalan plat minimal 3 mm.
- Pintu air harus dilindungi dari karat menggunakan cat atau galvanisasi. Pengecatan dilakukan setelah dilakukan proses sand blasting untuk menghilangkan karat atau dengan proses lain. Pengecatan dilakukan dengan cat dasar besi kemudian dicat

anti karat minimal dua kali pengecatan. Perlakuan perlindungan dari karat dikerjakan sebelum dikirim ke lokasi.

- Pintu air harus menggunakan alat bantu untuk memudahkan operasi buka dan tutup. Mekanisme atau tipe alat bantu tidak dibatasi.
- Pintu air harus dilengkapi dengan mekanisme pengunci pada pintu-pintu yang penting misalnya di saluran pembawa setelah bak pengendap pertama atau tepat sebelum pipa pesat agar operasi pintu air hanya dilakukan oleh orang yang berwenang.
- Pengelasan harus rapi dan kuat dan tidak memberikan kesempatan kepada kebocoran. Pengelasan menggunakan las listrik.

Pedoman teknis pintu air dapat mengacu kepada Standar Nasional SNI 03-2829-1992

### 2.3. Pipa pesat dan Talang Air

Pipa pesat yang diatur dalam hal pabrikasi adalah pipa pesat dari bahan *galvanized steel* atau *mild steel*. Pipa pesat bahan HDPE atau PVC tidak diatur pabrikasinya. Pipa pesat biasanya dipabrikasi atau dirangkai di lokasi dalam arti pengelasannya dilakukan di lokasi. Jembatan air atau talang yang terbuat dari mild steel juga harus mengalami perlakuan yang sama dengan pipa pesat.

- Pengelasan yang dilakukan di lapangan harus dilakukan dengan baik dan rapi. Operator las harus berpengalaman mengerjakan pengelasan untuk struktur dengan tekanan tinggi. Pengelasan menggunakan las listrik.
- Pengelasan sebaiknya menggunakan peralatan bantu, seperti rel gantung sehingga pembentukan dan konstruksi pipa pesat menjadi sempurna.
- Sambungan las harus terjamin dari kebocoran akibat tekanan air yang tinggi. Bagian pengelasan yang buruk harus dibuang dan jika perlu dilakukan pemotongan bagian pipa pesat tersebut.
- *Mis-alignment*, atau ketidaktepatan bibir antar pipa, pada sambungan antar pipa yang dilas hanya diberi toleransi sebesar maksimal 3 mm, kecuali jika pipa disambung dengan menggunakan *flange*.
- Pembuatan sambungan *flange* harus selalu sepasang sehingga tidak ada mis-alignment pada saat pemasangan
- Bagian dalam dan luar pipa pesat harus dilindungi dari korosi dengan pengecatan bahan cat khusus anti karat.
- Pengecatan bagian dalam pipa pesat dilakukan minimal dua kali, dengan pengecatan dasar terlebih dahulu, sebelum dilakukan penyambungan.
- Pengecatan bagian luar dilakukan minimal dua kali dengan pengecatan dasar terlebih dahulu. Jika material besi masih tampak, maka pengecatan harus diulang kembali.
- *Expansion joint* atau *flange* harus dipersiapkan di pabrik dan tidak di lokasi. Komponen ini harus dilindungi dari karat sebelum dipasang.
- Mur dan baut untuk sambungan *flange* harus disediakan dan diperlakukan perlindungan karat padanya.
- *Sliding support* pipa pesat harus dipersiapkan untuk setiap penyangga pipa pesat yang direncanakan.
- Seal dan *packing* bagi sambungan *flange* harus dipersiapkan di pabrik.
- Sebaiknya dipersiapkan minimal 1 buah *expansion joint* bagi sebuah pipa pesat.
- Setiap *anchor block* harus dilengkapi 1 buah *expansion joint*.
- Dipersiapkan sebuah *release vent* udara bagi sebuah pipa pesat. Diameter antara 1% hingga 2% dari diameter pipa pesat.
- Diameter jembatan pipa atau talang air sebaiknya dibuat sedemikian sehingga memungkinkan orang untuk masuk dan membersihkan bagian dalamnya.
- Penyangga untuk jembatan pipa atau talang harus disediakan di bengkel dan harus mengalami perlakuan perlindungan karat dengan galvanisasi.
- Penyangga pipa pesat dari kayu hanya bisa dipakai untuk kapasitas PLTMH kurang dari 5 kW.

### 3. Konstruksi Bangunan Sipil

Ketentuan umum dalam konstruksi bangunan sipil pembangunan sistem PLTMH adalah:

- Konstruksi sipil untuk bangunan seperti intake, bendung, saluran pembawa, bak pengendap, dan *forebay* harus selalu mempertimbangkan kekuatan tanah pondasi.
- Penggalian tanah harus dilakukan secara hati-hati. Tanah galian ditempatkan pada sisi yang stabil atau diberikan penahan dari kayu. Kedalaman maksimal galian tanpa penahan dinding adalah 1,3 meter.
- Pengurukan kembali harus dilakukan selapis demi selapis dan ketebalan tiap lapisan tidak boleh melebihi 15 cm. Pemampatan tanah pada sisi dekat pipa harus dilakukan dengan hati-hati. Batuan dengan ukuran kecil hanya boleh dilakukan di ujung urugan. Tidak boleh ada batuan di dekat urugan pipa.
- Ketebalan pasangan batu tanpa pembebebanan minimum dari 20 cm, ketebalan pasangan batu untuk penahan tanah minimum dari 50 cm, dihitung berdasarkan kekuatan dinding ketebalan penahan tanah dan dipilih ukuran yang paling besar.
- Diameter besi beton biasa tidak boleh kurang dari 15 cm dan ketebalan beton bertulang tidak boleh kurang dari 10 cm. Ketebalan dinding disesuaikan dengan beban yang ditahan.
- Adukan semen untuk bagian yang terkena air disarankan 1 bagian semen dan 4 bagian pasir. Jika tidak bersentuhan dengan air maka satu bagian semen dan enam bagian pasir.
- Beton untuk bangunan struktur, misalnya beton bertulang, lebih baik menggunakan campuran 1 bagian semen, 2 bagian pasir, dan 3 bagian kerikil. Beton lain dipakai perbandingan 1:3:5.
- Beton bertulang paling tidak menggunakan tulangan dengan ukuran minimal 8 mm dan jarak antar tulangan maksimal 200 mm.
- Jika terdapat jembatan air dengan pipa yang terbuat dari *mild steel* maka harus dilengkapi dengan *expansion joint* dan pipa harus dilakukan pengecatan serta perlindungan terhadap karat.
- *Trash rack* harus bisa dilepas dari bangunan sipil untuk akses perbaikan.
- Pipa pesat dari bahan besi tidak boleh dipendam di dalam tanah. Harus terdapat jarak minimal 30 cm antara tanah dengan pipa pipa pesat.
- Pipa pesat dari bahan PVC atau HDPE sebaiknya dipendam di dalam tanah dengan kedalaman minimal 60 cm dari sisi atas pipa pesat.
- Jika tidak memungkinkan dipendam maka pipa dari bahan PVC atau HDPE harus ditutup atau dibungkus dengan baik sehingga tidak terekspos oleh sinar matahari.
- Jika dipergunakan pipa PVC untuk pipa pesat maka minimal memiliki spesifikasi tekanan kerja sebesar 12 kg/cm<sup>2</sup> untuk kapasitas PLTMH maksimal 5 kW. Untuk kapasitas lebih besar maka harus disesuaikan dengan debit dan *head*.
- Sambungan pipa pesat dari bahan selain mild steel menggunakan metoda yang biasa dilakukan untuk bahan tersebut. Penyambungan pipa untuk HDPE atau PVC disarankan menggunakan sambungan *flange* atau *bell spigot*.
- Penyangga pipa pesat atau *anchor block* harus dibangun sehingga tidak tergelincir. *Anchor block* harus mampu menyalurkan gaya lateral dan longitudinal pipa pesat ke tanah. Kedalaman pondasi minimal adalah 50 cm di bawah permukaan tanah.
- Penyangga pipa pesat bisa dibuat dari pasangan batu atau beton bertulang. *Anchor block* dibuat dari beton bertulang.
- Penyangga pipa pesat harus dilengkapi dengan *saddle* yang memberikan kebebasan bagi pipa pesat untuk memuai atau sebaliknyanya.
- Setiap *anchor block* dilengkapi dengan *expansion joint* pada bagian pipa pesat di bawahnya.
- Rumah pembangkit harus memiliki :
  - a. Pintu yang cukup lebar untuk memasukkan peralatan termasuk turbin dan kubikel kontrol. Pintu tersebut harus bisa dikunci. Pintu bisa terbuat dari kayu atau besi.
  - b. Jendela yang memberikan cahaya alami dan ventilasi udara yang cukup ke dalam ruangan. Rangka jendela bisa terbuat dari kayu atau aluminium.
  - c. Saluran pembuangan air baik di dalam maupun di sekitar rumah pembangkit. Saluran harus diarahkan ke saluran air alami.

- d. Ventilasi yang cukup sehingga panas dari mesin bisa dikeluarkan dari ruangan. Ventilasi harus mampu menjaga supaya serangga tidak masuk ke ruangan.
- e. Atap yang tidak mudah bocor dan tidak menggunakan atap yang terbuat dari bahan alami seperti ijuk atau rumbia.
- f. Almari penyimpanan alat kerja dan catatan (*log book*) operator. Almari bisa terbuat dari kayu maupun besin.
- Konstruksi rumah pembangkit sebaiknya mengindahkan ruang istirahat bagi operator.
- Lantai rumah pembangkit, khususnya pada bagian *base frame* turbin dan generator harus terbuat dari beton bertulang. Ketebalan lantai pada bagian tersebut disesuaikan dengan besar turbin. Minimal ketebalan adalah 200 mm.
- *Ballast* pemanas udara ditempatkan pada lokasi yang terlindung dari akses tak bertanggung jawab dan mendapat ventilasi baik.
- Penerangan harus diberikan di lokasi intake, sepanjang saluran dengan jarak 30 meter tiap lampu, di *forebay*, sepanjang pipa pesat dengan jarak 30 meter tiap lampu, teras rumah pembangkit, dan ruangan kerja rumah pembangkit.
- Penerangan luar harus terlindung dari perubahan cuaca. Penerangan tidak boleh menggunakan lampu pijar atau lampu TL (neon) biasa.

#### 4. Pengujian Setelah Konstruksi

- Dipastikan semua struktur bebas dari batuan atau sampah konstruksi saat selesai dibangun dan sebelum dilakukan pengetesan.
- Sebelum dilakukan pengetesan minimal semua struktur sudah berumur 1 minggu sejak selesai *finishing*.
- Saluran pembawa dan *forebay* harus diuji kebocoran dengan cara mengisinya dengan air hingga pada batas freeboard dan diamati selama paling tidak 2 minggu.
- Pengetesan dilakukan per bagian saluran pembawa dimana setiap bagian maksimal sepanjang 50 meter.
- Jika saluran pembawa tidak begitu panjang, total kurang dari 50 meter, maka pengetesan dilakukan bersamaan dengan pengetesan *forebay*.
- Jika terdapat bagian saluran pembawa yang menggunakan jembatan pipa, maka jembatan pipa harus juga dilakukan tes kebocoran secara tersendiri.
- Tes kebocoran bak pengendap dan *forebay* dilakukan dengan merendam bak tersebut sampai batas maksimal dan mengamatinya selama paling tidak 3 minggu.
- Pipa pesat harus diuji kebocoran dengan melakukan uji tekanan statik dengan cara mengisi pipa pesat secara penuh dan ditingkatkan selama paling tidak 24 jam.
- Pengelasan 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.

#### c. Peralatan Elektro Mekanik

##### Turbin

Jenis turbin yang bisa dipakai untuk kapasitas PLTMH sampai 30 kW antara lain adalah turbin aliran silang (cross flow), turbin propeller, atau pelton (untuk head tinggi).

#### 1. Turbin Aliran Silang

##### 1.1 Kalkulasi

Turbin yang dibuat harus disertai dengan kalkulasi minimum:

- Perhitungan daya desain
- Perhitungan kecepatan putar *runner*
- Perhitungan elemen pembawa putaran (jika menggunakan elemen pembawa) seperti *belt* dan puli dan *plummer block*.

## 1.2 Material

- *Casing* turbin dari mild steel dengan ketebalan paling tidak 10-16 mm. Semakin tinggi tekanan air (*head*) semakin tebal casing turbin. Jenis *mild steel* yang dipakai adalah MS-41/SS-41/ST-37.
- Bagian yang terkena air langsung pada bagian casing harus dilapisi lembaran besi *mild steel* dengan ketebalan paling tidak 8 mm. Semakin tinggi tekanan air (*head*) semakin tebal lapisan pelapis ini. Jenis *mild steel* yang dipakai adalah MS-41/SS-41/ST-37.
- *Runner shaft* (as), *runner disc* (piringan), dan *runner blade* (sudu-sudu) disarankan dibuat menggunakan bahan stainless steel. Jika tidak, maka dipergunakan:
  - *Runner shaft* dibuat menggunakan *mild steel* dengan jenis paling tidak ST-50 atau lebih tinggi (ST-60).
  - *Runner disc* dan *blade* dibuat dengan menggunakan *mild steel* jenis MS-41/SS-41/ST-37.
- *Guide vane* (katup pengatur) dibuat dari besi pejal dengan bahan *mild steel* jenis MS-41/SS-41/ST-37. Besi pejal harus dipakai.
- *Bearing* yang dipakai harus memiliki spesifikasi umur operasi selama 40.000 jam operasi normal.
- *Seal* harus dibuat dari bahan non metalik.

## 1.3 Proses Produksi

Pada dasarnya proses produksi harus mengikuti desain yang dijadikan acuan. Pemilihan bahan, proses pengerjaan, pemilihan komponen standar, ukuran baut pengikat, dan lain-lain harus mengikuti desain acuan.

- Material turbin harus baru dan bebas dari korosi dan berkualitas sesuai dengan peruntukannya.
- Pengelasan casing turbin harus rapi baik yang berada di luar casing maupun di dalam casing sehingga kuat menahan tekanan statik maupun dinamik.
- *Runner disc* untuk ukuran di bawah 20 mm lebih baik dibuat menggunakan *laser cutting*.
- *Casing* turbin harus memiliki pintu inspeksi untuk pembersihan *runner* atau perbaikan.
- *Casing* turbin sebaiknya memiliki *webs* dan *ribs* penguat untuk mengurangi getaran dan kebisingan.
- *Runner* harus dilas dengan rapi agar efisiensi turbin tinggi.
- Seluruh komponen turbin harus bebas dari karat. Harus dilakukan pengecatan anti karat. Proses *sand blasting* sebaiknya dilakukan untuk menghilangkan karat. Pengecatan minimal dilakukan 3 lapis.
- Turbin harus dilakukan *static balancing*.
- *Casing* turbin harus dilengkapi cincing pengangkat.
- Bagian dalam yang bersentuhan dengan air harus di cat dua lapis (lebih baik dengan cat khusus *epoxy* atau untuk kapal laut).
- Bagian luar harus dicat dua lapis dengan cat primer lalu dicat dua lapis dengan cat biasa (cat warna).
- Bagian yang bergesekan harus diberi pelumasan. *Bearing* harus diberi pelumasan awalan dengan jumlah cukup sesuai dengan ketentuan produk.
- Semua bagian ulir pada baut harus diberi sedikit grease agar tidak mudah berkarat.

## 1.4 Efisiensi Turbin

- Turbin *grade 1* adalah yang memiliki efisiensi pada poros turbin paling tidak sebesar 70% pada debit dan head rancangan.
- Turbin *grade 2* adalah yang memiliki efisiensi pada poros turbin paling tidak sebesar 55% pada debit dan head rancangan.



## 2. Turbin Propeller

### 2.1 Material

- *Casing* turbin dari *mild steel* dengan ketebalan paling tidak 10-16 mm. Semakin tinggi tekanan air (*head*) semakin tebal casing turbin. Jenis mild steel yang dipakai adalah MS-41/SS-41/ST-37.
- *Shaft* terbuat dari:
  - a. Besi anti karat atau;
  - b. Besi dengan spesifikasi ST-50 atau lebih tinggi.
- *Runner* untuk kapasitas di bawah 5 kW bisa menggunakan aluminium, untuk kapasitas lebih besar disarankan menggunakan besi anti karat
- Untuk komponen yang dicor, dipergunakan besi cor dengan spesifikasi FCD. Penggunaan besi anti karat lebih disarankan.
- *Guide vane* (katup pengatur) dibuat dari besi pejal dengan bahan *mild steel* jenis MS-41/SS-41/ST-37. Besi pejal sebaiknya dipakai.
- *Bearing* yang dipakai harus memiliki spesifikasi umur operasi selama 40.000 jam operasi normal.
- Semua *seal* harus dibuat dari bahan non metalik.
- Bahan untuk komponen metal pendukung lain sebaiknya adalah yang tahan karat/terlindungi dari karat.

### 2.2 Proses Produksi

- Material turbin harus baru dan bebas dari korosi dan berkualitas sesuai dengan peruntukannya.
- Pengelasan *casing* turbin harus rapi baik yang berada di luar *casing* maupun di dalam *casing* sehingga kuat menahan tekanan static maupun dinamik.
- Pengecoran harus dilaksanakan dengan baik dan menjaga homogenitas material dan menghilangkan pengotor.
- Seluruh komponen turbin harus bebas dari karat. Harus dilakukan pengecatan anti karat. Proses *sand blasting* sebaiknya dilakukan untuk menghilangkan karat. Pengecatan minimal dilakukan 3 lapis.
- *Casing* turbin sebaiknya dilengkapi cincin pengangkat.
- Bagian dalam yang bersentuhan dengan air harus di cat dua lapis (lebih baik dengan cat khusus *epoxy* atau untuk kapal laut).
- Bagian luar harus dicat dua lapis dengan cat primer lalu dicat dua lapis dengan cat biasa (cat warna).
- Bagian yang bergesekan harus diberi lubrikasi. *Bearing* harus diberi lubrikasi awalan dengan jumlah cukup sesuai dengan ketentuan produk.
- Semua bagian ulir pada baut harus diberi sedikit grease agar tidak mudah berkarat.

### 2.3 Efisiensi Turbin

Efisiensi turbin propeller paling tidak 75% pada poros turbin pada debit dan *head* rancangan.

## 3. Turbin Pelton

### 3.1 Material

- *Casing* bisa menggunakan plat mild steel dengan spesifikasi MS-41/SS-41/ST-37 dengan ketebalan minimal 16 mm.
- *Casing* yang dicor bisa menggunakan baja dengan spesifikasi FCD ketebalan *casing* disesuaikan dengan tinggi *head*.
- Mangkuk bisa menggunakan besi anti karat atau baja spesifikasi FCD.
- *Nozzle* disarankan dibuat menggunakan besi anti karat.
- *Bearing* yang dipakai harus memiliki spesifikasi umur operasi selama 40.000 jam operasi normal.
- Semua *seal* harus dibuat dari bahan non metalik.
- Bahan untuk komponen metal pendukung lain sebaiknya adalah yang tahan karat/terlindungi dari karat.

### 3.2 Proses Produksi

- Material turbin harus baru dan bebas dari korosi dan berkualitas sesuai dengan peruntukannya.
- Pengelasan *casing* turbin harus rapi baik yang berada di luar *casing* maupun di dalam *casing* sehingga kuat menahan tekanan static maupun dinamik.
- Pengecoran harus dilaksanakan dengan baik dan menjaga homogenitas material dan menghilangkan pengotor.
- Seluruh komponen turbin harus bebas dari karat. Harus dilakukan pengecatan anti karat. Proses sand blasting sebaiknya dilakukan untuk menghilangkan karat. Pengecatan minimal dilakukan 3 lapis.
- *Casing* turbin sebaiknya dilengkapi cincin pengangkat.
- Bagian dalam yang bersentuhan dengan air harus di cat dua lapis (lebih baik dengan cat khusus *epoxy* atau untuk kapal laut).
- Bagian luar harus dicat dua lapis dengan cat primer lalu dicat dua lapis dengan cat biasa (cat warna).
- Bagian yang bergesekan harus diberi lubrikasi. *Bearing* harus diberi lubrikasi awalan dengan jumlah cukup sesuai dengan ketentuan produk.
- Semua bagian ulir pada baut harus diberi sedikit grease agar tidak mudah berkarat.

### 3.3 Efisiensi Turbin

Efisiensi turbin pelton paling tidak 80% pada poros turbin pada debit dan *head* rancangan.

## 4. Lain-Lain

### 4.1 Ketentuan Lain

- Sebaiknya proses *alignment* dan instalasi dilakukan lebih dulu di bengkel produksi. Proses *alignment* (di bengkel produksi dan di rumah pembangkit) harus dilakukan dengan menggunakan alat-alat pendukung yang memadai dan dilakukan oleh operator yang telah terlatih.
- Setelah proses *alignment* selesai, seluruh bagian-bagian yang berpasangan harus diberi tanda atau diberi pin penepat agar memudahkan dalam proses bongkar pasang (misalnya untuk keperluan transport).
- Turbin *inlet* harus memiliki *pressure gauge* (alat pengukur tekanan air).
- Turbin harus dirangkai sebelum dikirim ke lokasi.
- *Base frame* harus disediakan oleh produsen turbin dan disesuaikan dengan jenis generator yang dipakai dan layout rumah turbin. *Base frame* harus kuat dan fleksibel untuk melakukan pengaturan dan penyejajaran.
- Ketebalan besi baseframe minimal adalah 3 mm.
- Mur dan baut harus terlindung dari karat dan dipak secara khusus sebelum dikirim.
- Pengiriman turbin dilakukan dengan kotak kayu tertutup sehingga terlindung dari perubahan cuaca selama pengiriman.
- Setiap turbin yang dikirim harus dilengkapi :
  - a. Panduan Pengoperasian dan perbaikan
  - b. Perkakas untuk pemeliharaan
  - c. Suku Cadang

### 4.2 Perlindungan Karat

- Semua komponen turbin harus terlindung dari karat.
- Pengecatan *casing* turbin minimal dilakukan tiga lapis dengan cat anti karat.
- Sand blasting untuk menghilangkan pengotor dan karat dalam proses produksi sangat disarankan.
- Penggunaan mur/baut dengan bahan tahan karat disarankan.
- Dalam transportasi ke lokasi, semua peralatan turbin harus terlindung dari perubahan cuaca sehingga terjaga dari kemungkinan karat.

#### 4.3 **Name Plate**

Pada turbin harus dilengkapi dengan *name plate*. *Name plate* harus paling tidak berisi informasi sebagai berikut:

- Produsen – nama, alamat, nomer telepon;
- Debit dan *head* rancangan;
- Kecepatan putaran turbin pada debit dan *head* rancangan;
- Output rancangan pada as turbin;
- Tahun pembuatan;
- Jumlah mangkuk atau jet pada turbin pelton;
- Lebar dan diameter *runner* pada turbin aliran silang.

#### 4.4 **Pengetesan Turbin**

Turbin harus mengalami test kebocoran sebelum dikirim. Hal ini harus dibuktikan oleh pembuat dengan adanya surat bukti tes.

#### 4.5 **Base Frame**

*Base frame* untuk dudukan turbin harus disediakan oleh pembuat turbin dengan spesifikasi minimal sebagai berikut :

- Kuat menopang turbin;
- Memberi keleluasaan pengaturan kesejajaran;
- Ketebalan minimal besi *base frame* adalah 3 mm.;
- Mur dan baut *base frame* harus terlindung dari karat.

#### 4.6 **Puli (Pulley)**

Jika turbin memerlukan puli maka :

- Ukuran puli harus disesuaikan dengan kapasitas dan kecepatan putaran turbin dan generator;
- Puli harus di-*balance* sehingga beroperasi dengan baik;
- Puli dan *belt* harus dilindungi oleh sangkar;
- Disarankan menggunakan *flat belt*, sedangkan *hain belt* tidak disarankan.

#### 4.7 **Suku Cadang dan Perkakas Untuk Pemeliharaan**

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

- *Bearing*;
- *Belt*;
- Kunci pas;
- Mur dan Baut;
- *V-belt* atau *Flat Belt*;
- *Gasket*, *O-Ring*;
- Minyak *seal*, *packing* karet;
- Alat pengisi pelumas (gemuk);
- Pelumas;
- *Crane* – jika diperlukan;
- *Spanner*;
- Obeng plus dan minus;
- Penarik *bearing*;
- dll.

#### 4.8 **Panduan Pengoperasian dan Perawatan**

Harus disediakan buku manual pengoperasian dan perawatan turbin. Isi manual ini paling tidak adalah :

- Daftar komponen turbin dengan foto/gambarnya;
- Cara pengoperasian;
- Cara pemeliharaan;
- Cara perbaikan di lapangan;
- Cara pelepasan komponen;
- Gambar skema turbin.

#### 4.9 Garansi Turbin

Garansi terbatas turbin harus diberikan paling tidak selama 1 tahun.

#### d. Kontroler

##### 1 Kubikel

- a. Terbuat dari bahan metal dan dilapisi cat tahan karat, dan khusus untuk peralatan listrik.
- b. Memiliki mekanisme pengunci sehingga tidak bisa diakses oleh sembarang orang.
- c. Memiliki kisi pendingin yang cukup, terutama di bagian samping kanan kiri dan atas.
- d. Kisi pendingin bisa menghalangi binatang liar untuk masuk ke bagian dalam kubikel.
- e. Memiliki kipas penyedot atau pembuang udara panas minimal 2 buah dan atau disesuaikan dengan kapasitas pembangkit.
- f. Bisa digantung pada dinding atau didirikan di atas lantai.

##### 2 Informasi Pada Panel

- a. Memiliki panel informasi tegangan tiap fasa dan netral pada jalur beban dan *ballast*.
- b. Memiliki panel informasi arus tiap fasa dan netral pada jalur beban dan *ballast*.
- c. Memiliki panel informasi frekuensi keluaran listrik.
- d. Memiliki panel informasi jam operasi pembangkit.
- e. Memiliki panel kilowatt hour meter (kWh).
- f. Memiliki tombol *start* dan *stop* tanpa perlu membuka pintu kubikel.
- g. Memiliki lampu penanda pembangkit offline atau *online*.
- h. Disarankan memiliki sirine penanda *overload*.
- i. Disarankan memiliki fungsi yang menyimpan data digital yang bisa dilihat melalui panel:
  - Jumlah energi yang terproduksi;
  - Jumlah energi yang dikonsumsi;
  - Beban maksimal;
  - Beban minimal.

##### 3 Proteksi

Kontroler harus memiliki sistem proteksi yaitu pembatas arus dan pengamanan hubungan singkat dengan jenis MCCB (*Molded Case Circuit Breaker*) dengan nilai *breaking capacity* minimal 10 kA.

##### 4 Pengkabelan

- a. Pengkabelan harus mengedepankan keselamatan operasional.
- b. Terminal sambungan kabel harus diberi label sesuai dengan peruntukan untuk memudahkan instalasi dan identifikasi.

##### 5 Peletakan dan instalasi

- a. Kontroler yang berbobot kurang dari 25 kg bisa ditempelkan pada dinding bata setinggi paling tidak 1.5 meter.
- b. Kontroler yang berbobot lebih dari 25 kg lebih baik diletakkan di atas lantai.
- c. Dudukan di atas lantai paling tidak setinggi 1.5 meter terbuat dari bahan yang kuat dan tidak lapuk. Disarankan dudukan dari beton atau pasangan bata.
- d. Jika kubikel berbentuk almari persiapkan dudukan paling tidak setinggi 25 cm dari lantai terbuat dari beton atau pasangan bata.
- e. Harus ada mal atau pola pemasangan kubikel pada dinding yang disediakan oleh produsen kontrol.
- f. Harus ada drainase di sekitar dudukan almari kontrol.
- g. Sambungan kabel harus kuat dan tepat dan dilindungi dari benturan mekanik dengan pipa khusus untuk proteksi. Kabel dari kontrol tidak boleh melintang bebas di lantai.
- h. Penggantungan kubikel kontrol di dinding menggunakan dyna bolt atau visser yang disesuaikan dengan bobot.
- i. *Ballast* baik pemanas udara maupun air harus di luar rumah pembangkit.
- j. *Ballast* pemanas udara harus dilindungi dalam kerangkeng 2 lapis agar tidak tersentuh oleh orang awam.

- k. *Ballast* pemanas udara harus mendapatkan aliran udara secara bebas.
- l. *Ballast* pemanas air harus mendapatkan air secara bebas dan bersih agar tidak terjadi penyumbatan.
- m. Kubikel kontrol harus dibumikan secara benar dan kuat.

## 6 Ketentuan Lain

- a. Harus disediakan *wiring diagram* (diagram pengkabelan) dari kontrol.
- b. Harus disediakan panduan pengoperasian.
- c. *Name plate* harus dipasang pada pintu kubikel dan berisi informasi :
  - nama pembuat;
  - tipe;
  - kapasitas;
  - alamat kontak;
  - telepon pembuat;
  - nama PLTMH;
  - tahun pembuatan.
- d. Garansi kontrol minimal 1 tahun.
- e. Kontrol lebih baik telah lulus uji dari produsen.
- f. Hasil uji ditunjukkan dalam informasi produsen.
- g. Suku cadang yang harus disediakan antara lain *fuse* (sekering), lampu indikator dan saklar elektronik ELC (SCR/TRIAC).

## e. Transmisi dan Distribusi

### 1. Spesifikasi Umum

Untuk masalah transmisi dan distribusi (JTR), spesifikasi dan perancangan harus mengacu kepada Standar PLN mengenai Transmisi dan Distribusi untuk Listrik Perdesaan, Ketentuan umum lainnya adalah :

- a. Transmisi tegangan menengah dan distribusi tegangan rendah harus sesuai dengan Standar PLN mengacu SPLN 72-1987.
- b. Tegangan listrik dan frekuensi di tingkat konsumen memiliki toleransi lebih kurang 10% sesuai dengan SNI 04-0227-1987 dan SNI 04-1922-1990.
- c. Tegangan di rumah pembangkit harus bisa diatur melalui AVR atau potensiometer di kontrol (untuk generator induksi).
- d. Peta jaringan distribusi harus ada untuk semua kapasitas PLTMH yang berisi :
  - tegangan di rumah pembangkit;
  - panjang kabel jaringan;
  - beban maksimal di pusat-pusat beban;
  - tegangan minimal yang ditoleransi di titik pusat beban;
  - jumlah tersambung tiap fase di tiap titik;
  - posisi penangkap petir;
  - posisi *switch* pemutus.
- e. Pada jaringan distribusi 3 fasa maka beban sebaiknya selalu seimbang setiap saat di tiap fasa.
- f. *Power factor* untuk generator sinkron tidak boleh kurang dari 0,8 dan tidak boleh kurang dari 0,95 untuk generator induksi.
- g. Pembedaan dan penangkap petir harus dilakukan sesuai SNI 04-3855-1995 atau SPLN 27-1980.
- h. Kabel transmisi atau distribusi harus disesuaikan dengan perkiraan beban dan kehilangan daya (penurunan tegangan yang diperbolehkan).
- i. Kabel di atas tanah sebaiknya berada minimal 5 meter di atas tanah.
- j. Tiang listrik harus menggunakan tiang besi atau tiang beton pratekan sesuai dengan SPLN 93-1991.
- k. Jarak antar tiang untuk kabel berukuran 16 mm<sup>2</sup> dual core disarankan adalah 30 meter, sedangkan untuk kabel berukuran sampai 35 mm<sup>2</sup> disarankan adalah 25 meter sesuai dengan SPLN 87-1991 Standar konstruksi listrik perdesaan. Maksimal rentangan adalah 50 meter.

- i. Semua kabel yang dipakai harus sesuai dengan SNI 04-1926-1990 jaringan listrik perdesaan SPLN.

## 2. Spesifikasi Tiang Listrik

Spesifikasi tiang listrik dan pondasinya baik untuk saluran tegangan rendah maupun menengah disesuaikan dengan standar yang ada. Jika pada kondisi yang ekstrim dan standar tidak bisa dipenuhi maka spesifikasi berikut dapat dipakai :

- a. Tinggi tiang minimal untuk jaringan tegangan rendah adalah 6 meter.
- b. Tiang listrik dan pondasinya harus mampu menahan tekanan angin dengan menggunakan tiang besi biasa lain. Ketebalan minimal untuk tiang besi adalah 2 mm dan memperkirakan untuk korosi sebesar 1 mm.
- c. Jika ada perubahan arah kabel maka tiang harus diberikan penahan baik berupa kabel (*guy wire*) atau bahan lain seperti tiang penyangga.
- d. Kedalaman pondasi minimal 15% dari panjang tiang.
- e. Jika dipergunakan tiang besi berlubang, maka ujung atas harus tertutup sehingga air tidak masuk.
- f. Pondasi yang dipergunakan adalah beton dengan campuran minimal 1:3:5 (semen, pasir, kerikil).

## 3. Instalasi Jaringan Transmisi dan Distribusi

Instalasi peralatan jaringan transmisi dan distribusi harus disesuaikan dengan standar terkait. Instalasi peralatan jaringan dan transmisi harus menggunakan peralatan yang sesuai. Prinsip utama :

- a. Kabel transmisi atau distribusi tidak boleh terlalu dekat dengan tanah. Jarak minimal dengan tanah adalah 6 meter.
- b. Cabang-cabang pepohonan di sekitar jaringan harus dipotong sehingga terhindar dari kemungkinan cabang jatuh ke kabel.
- c. Pemasangan harus aman dan dilengkapi dengan pengaman, terutama pengamanan terhadap petir.
- d. Instalasi jaringan dilakukan oleh tenaga instalatur bersertifikat. Pada kondisi tertentu jika tidak terdapat tenaga ahli dapat menggunakan tenaga yang terlatih.

Pedoman teknis instalasi jaringan dapat mengacu kepada SNI 04-3855-1995

## 4. Instalasi Jaringan Sambungan Rumah

- a. Proses instalasi harus dilakukan oleh tenaga bersertifikat dan terlatih dengan menggunakan peralatan kerja yang tepat guna.
- b. Instalatur harus melakukan pelatihan dan pengarahan instalasi kepada operator sehingga operator bisa melakukan di kemudian hari.
- c. Kabel untuk dalam rumah tidak dipergunakan untuk kabel luar rumah.
- d. Koneksi klaster antar rumah menggunakan kabel sesuai dengan SPLN 87-1991.
- e. Instalasi di dalam bangunan/rumah perdesaan harus menggunakan kabel yang tepat sesuai SNI 04-1925-1990.
- f. Jika dipergunakan kabel NYM dengan pelindung tunggal, maka kabel harus dilindungi dengan pipa PVC sesuai dengan SPLN 42-2-1992.
- g. Setiap titik koneksi disambung dengan menggunakan terminal dan terlindung dengan adanya T-Dos.
- h. Setiap paket instalasi rumah harus mempunyai pembumian yang cukup sesuai dengan SPLN 27-1980.
- i. Lampu yang dipergunakan adalah lampu CFL (*compact fluorescent lamps*) atau lampu hemat energi. Tidak dianjurkan menggunakan lampu pijar atau lampu TL efisiensi rendah.
- j. Setiap alat pembatas daya atau alat pengukur konsumsi daya (kWh meter) harus sesuai dengan SNI 04-3862-1995.
- k. Saat listrik telah menyala maka setiap sambungan rumah harus diuji beban sehingga nilai pembatas yang dipakai benar seperti yang tertera pada alat pembatas tersebut. Uji dilakukan secara populasi terhadap seluruh pelanggan. Uji tidak boleh dilakukan secara sampel.

Jika lebih dari 10% dari semua pembatas yang terpasang gagal lulus uji maka semua pembatas harus diganti dengan menggunakan komponen yang lebih baik.

**f. Daftar SPLN dan SNI Terkait PLTMH**

**SPLN (Standar PLN)**

1. SPLN 3-1978 : Pentanahan Jaringan Tegangan Rendah dan Instalasinya
2. SPLN 2-1978 : Pentanahan Netral Sistem Transmisi
3. SPLN 7-1978 : Pedoman Pemilihan Tingkat Isolasi Transformator dan Penangkap Petir
4. SPLN 20-1980 : Pedoman Penerapan untuk Komisioning Pengusahaan dan Pemeliharaan Turbin Air
5. SPLN 54-1983 : Standar Tiang Baja
6. SPLN 56-1984 : Sambungan Listrik
7. SPLN 72-1987 : Spesifikasi Desain Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)
8. SPLN 74-1987 : Standar Listrik Perdesaan
9. SPLN 76-1987 : Transformatur Arus
10. SPLN 27-1990 : Pentanahan Jaringan Listrik Perdesaan
11. SPLN 55-1990 : Alat Pengukur Pembatas dan Perlengkapannya
12. SPLN 90-1990 : Komisioning PLTA
13. SPLN 3-1991 : Tiang Beton Pratekan untuk Jaringan Distribusi
14. SPLN 83-1991 : Kelengkapan Sambungan Rumah dengan Saluran Udara Berisolasi
15. SPLN 87-1991 : Standar Konstruksi Listrik Perdesaan
16. SPLN 88-1991 : Pembumian Netral Si
17. SPLN 42-2-1992 : Kabel Berisolasi dan Berselubung PVC Tegangan Pengenal 300/500 Volt
18. SPLN 91-1-1992 : Spesifikasi Pipa Untuk Instalasi Listrik – Bagian 1 Persyaratan Umum
19. SPLN 56-1-1993 : Sambungan Listrik Tegangan Rendah (SLTR)
20. SPLN 56-2-1993 : Sambungan Listrik Tegangan Menengah (SLTM)
21. SPLN 57-1-1993 : kWh meter Arus Bolak Balik Kelas 0.5, 1 dan 2 – Bagian 1 Pasangan Dalam
22. SPLN 57-2-1993 : Ketentuan Tambahan untuk kWh meter Pasangan Luar
23. SPLN 102-1993 : Elektroda Bumi Jenis Batang Bulat Berlapis Tembaga
24. SPLN 108-1993 : Pemutus Tegangan Mini untuk Pembatas dan Pengaman Arus Lebih untuk Instalasi Gedung dan Rumah
25. SPLN 1-1995 : Tegangan-Tegangan Standar
26. SPLN 115-1995 : Tiang Kayu untuk Jaringan Distribusi
27. SPLN 50-1997 : Spesifikasi Transformer Distribusi
28. SPLN 72-1997 : Spesifikasi Design Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)

**SNI (Standar Nasional Indonesia)**

**Khusus PLTMH**

1. SNI 04-3849.2-1995 : Instalasi Pembangkit Listrik Perdesaan, Bagian 2 – Pusat Listrik Tenaga Mikro Hidro Berkapasitas Sampai 50 kW (PLTM-P50). Sub Bagian 2: Pembuatan, Pemasangan dan Pengujian
2. SNI 04-3849.2.1-1996 : Instalasi Pembangkit Listrik Perdesaan, Bagian 2 – Pusat Listrik Tenaga Mikro Hidro Berkapasitas Sampai 50 kW (PTLM-P50)
3. SNI 04-6953-2003 : Pembangkit Listrik Hidro Skala Kecil Gambar Konstruksi PLTMH Tipikal

**Sipil**

1. SNI 03-1731-1989 : Tatacara Perencanaan Keamanan Bandungan (Design, Konstruksi, Operasi dan Pemeliharaan)
2. SNI 03-1724-1989 : Pedoman Perencanaan Hidrologi dan Hidraulik Untuk Bangunan di Sungai
3. SNI 03-1734-1989 : Tatacara Perencanaan Beton Bertulang dan Struktur Dinding Bertulang untuk Rumah dan Gedung
4. SNI 03-2414-1991 : Metode Pengukuran Debit pada Sungai dan Saluran Terbuka

5. SNI 03-2400-1991 : Tatacara Perencanaan Umum Krib Sungai
6. SNI 03-2401-1991 : Pedoman Keamanan Desain Bendung
7. SNI 03-2415-1991 : Metode Pengukuran Debit Banjir
8. SNI 03-2819-1992 : Metode Pengukuran Debit Sungai dan Saluran Terbuka dengan Alat Ukur Arus Tipe Baling-Baling
9. SNI 03-2820-1992 : Metode Pengukuran Debit Sungai dan Saluran Terbuka dengan Pelampung Permukaan
10. SNI 03-2830-1992 : Metode Perhitungan Tinggi Muka Air Sungai dengan Cara Pias Berdasarkan Rumus Manning
11. SNI 03-2925-1992 : Pintu Air Pengatur dan Pengukur untuk Irigasi
12. SNI 03-2828-1992 : Pintu Air Pengatur Sorong
13. SNI 03-3412-1994 : Metode Perhitungan Debit Harian Sungai
14. SNI 03-3441-1994 : Sungai, Tatacara Perencanaan Teknik Pelindung Tebing dari Pasangan Batu
15. SNI 03-3432-1994 : Bendungan, Tatacara Penetapan Banjir Design dan Kapasitas Pelimpah
16. SNI 03-0090-1999 : Spesifikasi Bronjong Kawat (Dimensi, Bahan Baku, Mutu)
17. SNI 03-1726-2002 : Tatacara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung
18. SNI 7-1769-1990 : Penyambungan Pipa Air Minum Bertekanan dari Besi Tuang Kelabu
19. SNI 7-6405-2000 : Tatacara Pengelasan Pipa Baja untuk Air di Lapangan
20. SNI 13-3472-1994 : Pengelasan Saluran Pipa dan Fasilitas Terkait
21. SNI 13-6220-2000 : Praktek Pengelasan Pemeliharaan Saluran Pipa

#### **Turbin Air**

1. SNI 04-1905-1990 : Turbin Air, Pedoman Uji Siap Guna, Operasi dan Pemeliharaan
2. SNI 05-3030-1992 : Turbin Air Skala Kecil, Istilah dan Penamaan
3. SNI 4-6915-2002 : Petunjuk Spesifikasi Sistem Kendali Turbin Air
4. SNI 4-1706.2-2002 : Evaluasi Lubang Kavitasasi Pada Turbin Air, Pompa Tando dan Pompa Turbin – Bagian 2 Evaluasi pada Turbin Pelton
5. SNI 4-7023.2-2004 : Evaluasi Lubang Kavitasasi Pada Turbin Air, Pompa Tando dan Pompa Turbin – Bagian 2 Evaluasi pada Turbin Pelton
6. PNPS-2007 : Pedoman Penerapan Uji Penerimaan Model/Prototipe Turbin Air

#### **Elektro Mekanik PLTMH**

1. SNI 04-1077-1989 : Generator Sinkron, Cara Uji
2. SNI 4-1930-1995 : Pedoman bagi Peralatan Elektromekanik untuk Pusat Tenaga Listrik Mini Hidro – Bagian 1 Uraian Rencana dan Kondisi Operasi Instalasi dari Pusat Pembangkit
3. SNI 4-1930.3-1995 : Pedoman bagi Peralatan Elektromekanik untuk Pusat Tenaga Listrik Mini Hidro – Bagian 3 Pemeriksaan, Penyerahan dan Pemeliharaan
4. SNI 4-1930.4-1995 : Pedoman bagi Peralatan Elektromekanik untuk Pusat Tenaga Listrik Mini Hidro – Bagian 4 Definisi, Istilah dan Lambang

#### **Instalasi dan Jaringan Listrik**

1. SNI 04-0225-2000 : Peraturan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)
2. SNI 04-0227-1987 : Tegangan Standar
3. SNI 04-1630-1989 : Pengamanan Tegangan Kurang, Pesyaratan Umum
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 04-1471-1989 : Instalasi Listrik pada Mesin Peralatan Pabrik, Persyaratan Umum
11. SNI 04-1922-1990 : Frekuensi Standar
12. SNI 04-1923-1990 : Arus Pengenal Standar
13. SNI 04-1925-1990 : Instalasi Rumah/Bangunan Listrik Perdesaan
14. SNI 04-1926-1990 : Jaringan Distribusi Listrik Perdesaan
15. SNI 04-2702-1992 : Kilowatt Hour Meter Arus Bolak-Balik Kelas 0,5, 1, 2
16. SNI 04-3593-1994 : Instalasi Listrik untuk Bangunan, Bagian 2 – Prinsip Dasar



17. SNI 04-3559-1994 : Lampu *Fluorescent* untuk Penggunaan Umum, Muti dan Cara Uji
18. SNI 04-3846-1995 : Papan Meter Konsumen
19. SNI 04-3862-1995 : Meter kWh Statis, Spesifikasi Metrologi untuk Meter Kelas 2.0 dan 0.5S
20. SNI 04-3874-1995 : Perlengkapan Uji Meter Energi Listrik
21. SNI 04-3853-1995 : Spesifikasi Design untuk Jaringan Tegangan Menengah dan Jaringan Tegangan Rendah
22. SNI 04-3855-1995 : Pembumian Jaringan Tegangan Rendah dan Instalasi Tegangan Rendah
23. SNI 04-3879-1995 : Gangguan pada Sistem Suplai yang Diakibatkan oleh Piranti Listrik dan Perlengkapannya
24. SNI 04-3879-1995 : Gangguan pada Sistem Suplai yang Diakibatkan oleh Piranti Listrik dan Perlengkapannya

## B. REHABILITASI PLTMH

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. Bencana alam. 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. Dibuktikan dengan foto-foto seluruh skema PLTMH dari bangunan penyadap hingga rumah pembangkit yang menunjukkan kondisi secara umum maupun spesifik daerah kerusakan. Kejadian Bencana harus dijelaskan kapan waktunya secara jelas dan dibuktikan dengan konfirmasi dari kepala desa setempat serta konfirmasi dari stasiun BMKG yang terdekat.
2. Kesalahan operasional. Kesalahan operasional yang berakibat terbakarnya generator, terbakarnya rumah pembangkit, rusaknya sudu-sudu turbin, rusaknya peralatan kontrol atau pecahnya pipa pesat. Dibuktikan dengan foto-foto kerusakan serta foto-foto kondisi skema PLTMH secara umum.

DAK Bidang Listrik Perdesaan tidak dapat dialokasikan untuk PLTMH yang mengalami kerusakan yang disebabkan oleh :

1. Kesalahan rancangan, sehingga terjadi tanah longsor dan mengakibatkan bangunan sipil dan atau peralatan elektro mekanik rusak.
2. Kesalahan rancangan, sehingga bangunan PLTMH tersapu banjir.
3. Kesalahan rancangan, sehingga air yang tersedia tidak mencukupi untuk operasional PLTMH.
4. Kesalahan rancangan, sehingga terjadi *overload* kepada pembangkit (harus dibuktikan dengan FS terdahulu).

PLTMH yang dapat diajukan dan layak didanai melalui proposal rehabilitasi selain harus sesuai dengan persyaratan di atas, juga harus memenuhi syarat tambahan berikut :

1. Mengalami kerusakan dan sudah tidak beroperasi minimal 3 tahun yang lalu. PLTMH yang mengalami kerusakan dan sudah tidak beroperasi kurang dari 3 tahun hanya dapat didanai jika kerusakannya disebabkan oleh bencana alam.
2. Mampu menunjukkan sistem pengelolaan PLTMH sebagai dokumen penunjang seperti buku anggota, buku iuran, struktur pengelola dan lain-lain sebagai dokumen asli dan bukan foto kopi.

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

1. Dokumen FS asli PLTMH yang terbangun.
2. Dokumen FS Baru untuk rehabilitasi PLTMH.
3. Dokumen penunjang seperti :
  - a. Surat konfirmasi adanya bencana oleh kepala desa dan kepala stasiun BMKG yang terdekat
  - b. Data jumlah penduduk per tahun sejak PLTMH tidak beroperasi;
  - c. Data-data asli pengelolaan PLTMH seperti (bukan data baru): daftar anggota, daftar iuran, struktur organisasi pengelola terakhir;
  - d. Peta penunjang dan data GPS penunjang.
4. Foto-foto dari lokasi dengan ketentuan:
  - a. Foto dari seberang sungai terhadap skema PLTMH dari bendung dan *intake*, bak pengendap pertama, saluran pembawa (sepanjang saluran), *forebay*, pipa pesat, rumah pembangkit. Komponen yang tertutup tanaman liar harus dibersihkan terlebih dahulu.

- b. Foto detil dari bendung, *intake*, bak pengendap pertama, saluran pembawa (terutama jika ada yang rusak), *forebay*, pipa pesat di setiap seksi, rumah pembangkit baik tampak luar maupun tampak dalam, peralatan elektro mekanik, peralatan hidro mekanik (pintu-pintu air, katup-katup, saringan-saringan, dll.) dan jaringan distribusi.

### C. PERLUASAN/PENINGKATAN PELAYANAN TENAGA LISTRIK DARI PLTMH

Perluasan/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 :

1. Masih beroperasi dengan peralatan yang baik, memiliki kapasitas lebih, dan memerlukan penambahan jaringan distribusi karena adanya pertambahan pelanggan.
2. Masih beroperasi dengan baik, namun sebagian peralatan elektro mekanik tidak beroperasi dengan optimal seperti misalnya: control rusak, AVR generator rusak, turbin bocor, dan lain-lain, sehingga mengganggu operasi PLTMH secara jangka panjang.
3. 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.
4. Masih beroperasi dengan baik, namun masih ada potensi air yang bisa dimanfaatkan sehingga dapat menambah kapasitas pembangkit, misalnya dengan merubah dimensi saluran, dimensi *forebay*, dimensi pipa pesat, dimensi *intake*, peralatan elektro mekanik, dan atau jaringan distribusi.
5. Masih beroperasi dengan baik namun terbentur masalah untuk kegiatan produktif, misalnya dengan tidak adanya jaringan 3 fasa ke pusat beban.
6. Masih beroperasi namun pada kondisi sangat minimal karena ada kerusakan pada komponen penting PLTMH baik itu di bangunan sipil maupun di peralatan elektro mekanik seperti bendung yang rusak, bendung yang masih menggunakan bronjong, saluran yang masih berupa saluran tanah, turbin yang tidak efisien, generator yang tidak efisien, tidak adanya kontrol, dimensi jaringan distribusi yang minim dan lain-lain.
7. Masih beroperasi dengan baik namun 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 sudah sesuai dengan salah satu persyaratan di atas, PLTMH yang layak didanai dengan dana perluasan/peningkatan PLTMH DAK Bidang Listrik Perdesaan harus :

1. memiliki dokumen FS lama untuk PLTMH Terbangun.
2. memiliki dokumen FS baru untuk 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 minimal selama 3 tahun.

### D. PEMBANGKITAN LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) TERPUSAT

#### 1. Persyaratan Umum

- a. Desa/dusun tersebut tidak mempunyai alternatif sumber mikrohidro yang secara teknis layak untuk dikembangkan.
- b. PLTS Terpusat (sistem komunal) menggunakan modul surya photovoltaik dan cahaya matahari sebagai pembangkit tenaga listrik. Modul surya photovoltaik menghasilkan energi listrik tegangan DC (searah) apabila terkena cahaya matahari dan energi listrik tersebut disimpan dalam baterai untuk digunakan sesuai kebutuhan.
- c. Pengaturan energi yang masuk dan keluar dari baterai dilakukan oleh *Solar Charge Controller/Inverter*. Apabila baterai telah penuh terisi, maka secara otomatis *Solar Charge Controller/Inverter* akan memutus pengisian ke baterai. Demikian juga sebaliknya, apabila

energi yang tersedia di dalam baterai telah mencapai batas minimum pemakaian, *Solar Charge Controller/Inverter* secara otomatis akan memutus energi ke beban/pemakaian.

d. Secara umum PLTS Terpusat terdiri dari:

- Modul surya;
- *Solar Charge Controller*;
- *Inverter*;
- Baterai;
- Rumah Pembangkit;
- Struktur pendukung dan instalasi.

## 2. Spesifikasi Teknis

Spesifikasi Teknis PLTS Terpusat yang akan dipasang adalah sebagai berikut :

### a. Modul Surya

- Jenis : *polycrystal / Monocrystal*
- Kapasitas : minimum 100 Wp
- Jumlah sel per modul : minimum 36 sel
- *Power Tolerance* per Modul :  $\pm 5\%$
- $V_{pm}$  : minimum 17,5 V
- $I_{pm}$  : minimum 5,6 A
- $I_{sc}$  : minimum 6.4 A
- $V_{oc}$  : minimum 22,4 V
- J-Box : dilengkapi dengan *cable gland* atau *DC-Multi Connector*
- Sertifikasi : SNI
- Garansi : minimum 10 tahun untuk degradasi output < 10%
- Efisiensi : minimum 14%
- Menggunakan produk dalam negeri yang dibuktikan dengan melampirkan sertifikat TKDN.
- Diproduksi di pabrik yang memiliki sertifikat ISO 9001 dan melampirkan sertifikatnya.
- Label *data performance* modul di tempel di bagian belakang modul.

### b. Penyangga Modul Surya (*Module Array Support*)

- Bahan dan *treatment* : plat besi, besi siku dan atau pipa dengan *hot dip galvanized treatment*.
- Tinggi penyangga : minimum 1 meter dari permukaan tanah
- *Module array support* dapat berupa modul support untuk pemasangan pada permukaan tanah ataupun di atap bangunan.
- Untuk pemasangan di atas permukaan tanah, perlu dilengkapi dengan sistem *anchor/manzret*

### c. *Solar Charge Controller*

- Umum : kontroler berfungsi mengatur *charging* ke baterai, *discharge* dari baterai harus dapat dikontrol agar tidak merusak baterai.
- Tegangan input : minimum 48 Vdc
- Efisiensi : > 90%
- Tegangan baterai : minimum 48 Vdc
- *Charge control* : PWM (*Pulse Width Modulation*), kapasitas disesuaikan
- Sistem proteksi : *High Voltage Disconnect (HVD)*, *Low Voltage Disconnect (LVD)*, *Short Circuit Protection*.
- Dilengkapi dengan display, *data logger*, sensor temperatur baterai.
- Garansi minimum 1 tahun.

### d. *Inverter*

- Umum : *inverter* berfungsi merubah arus DC ke AC
- Wave Form : *pure sine wave*
- Rated AC Voltage : 220 /230 Vac (1 fasa) atau 380/400 Vac (3 fasa)

- Frekwensi : 50 Hz
- Output Voltage HD Factor : < 3%
- Efisiensi : > 90%
- Tegangan baterai : minimum 48 Vdc
- *Charge Control* : PWM (*Pulse Width Modulation*) kapasitas disesuaikan
- Sistem Proteksi : *High Voltage Disconnect (HVD)*, *Low Voltage Disconnect (LVD)*, *Short Circuit Protection*
- Dilengkapi dengan *display*, *data logger*, sensor temperature baterai
- Menyediakan fasilitas *remote monitoring*
- Garansi minimum 1 tahun

#### e. Baterai

- Tipe : VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*)
- Kemampuan *cycling* : minimal 1.200 *cycle* pada 80% DOD (*Depth of Discharge*)
- Sertifikasi : Lembaga Nasional atau Internasional
- Garansi : minimum 1 tahun
- Harus dilengkapi dengan sistem koneksi yang dapat mencegah korosi dan arus hubung singkat (termasuk pada waktu pemasangan)

#### f. Jaringan Distribusi

- Umum : jaringan distribusi terdiri dari tiang listrik dan kabel.
- Tiang Listrik : *pole* minimum 4 inch, tinggi minimum 6 meter, *hot dip galvanized*. Dilengkapi dengan *anchor/manzret* untuk pondasi tiang dan sistem klem untuk memegang kabel.
- Tipe kabel : *twisted*  
Secara umum spesifikasi teknis jaringan transmisi dan distribusi PLTS Terpusat dapat mengacu kepada spesifikasi teknis jaringan transmisi dan distribusi PLTMH yang sudah diuraikan di atas.

#### g. Instalasi Rumah

- Umum :  
Instalasi Rumah mencakup instalasi kabel dari jaringan ke rumah dan instalasi listrik di dalam rumah. Instalasi di dalam rumah terdiri dari instalasi jaringan kabel, 3 buah titik lampu, 1 buah stop kontak, alat proteksi short circuit, dan alat pembatas pemakaian energi listrik.
- Kabel Instalasi : NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> (memiliki SNI), maksimal 25 meter
- Lampu Penerangan : Lampu Hemat Energy (TL/PL/CFL) max 8 watt, 220 V
- Alat pembatas :  
Berfungsi membatasi pemakaian energi (VAh) dengan spesifikasi sebagai berikut :
  - Maksimum arus output sampai dengan 10 A, 220 V
  - Batas pemakaian energi dan *reset time* dapat diatur
  - *Setting* batas pemakaian per hari adalah tetap.
  - Memiliki sistem untuk memutus (dan menyambung kembali) hubungan listrik pada pelanggan tertentu yang bermasalah
  - Memiliki fungsi proteksi apabila terjadi arus hubung singkat (*short-circuit*). Fungsi ini tidak menggunakan peralatan yang memerlukan stok pengganti (contoh stok *mechanical fuse/sekring*)
  - Memiliki sistem pengaman/segel sehingga pelanggan tidak dapat melakukan *bypass* (pencurian energi).

#### h. 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.

i. **Shelter**

- Umum
  1. Sistem Modular (*knock-down system*), sehingga menghemat waktu instalasi Menggunakan sistem *knock down*, dimana modul *shelter* siap dipasang dalam waktu maksimum 2 hari sesudah pekerjaan pondasi/perkuatan diselesaikan.
  2. Tipe Tahan cuaca panas/dingin dan anti karat.
  3. Fleksibel *Shelter* harus mudah dilepas/dipasang apabila akan dipindahkan ke lokasi lain.
  4. Perawatan yang sederhana. Perawatan *shelter* harus dapat mengurangi biaya yang dibutuhkan.
  5. Efisiensi Energi Modul atau panel untuk *shelter* terbuat dari bahan *polyurethane* dengan ketebalan modul atau panel minimum 75 mm. Modul tersebut dapat mengurangi hingga 10 dBA kebisingan yang berasal dari bagian dalam ruangan dan memantulkan hingga 90% energi panas atau cahaya pada bagian luarnya.
- Pondasi *Shelter* Perkuatan *shelter* terbuat dari bahan yang mampu menahan beban di atasnya. *Shelter* dipasang dengan sistem boltting (menggunakan mur dan baut) pada *frame*-nya sehingga tidak diperlukan pekerjaan pengelasan, pemotongan atau pekerjaan berat lainnya ketika akan dipasang. Bila pondasi *shelter*-nya berada di atas tanah, maka pondasi harus dibuat dari beton bertulang/batu kali yang mampu menahan beban.
- Modul Dinding *shelter* berupa modul yang didalamnya berisi *frame*/rangka yang cukup mampu menahan angin dengan kecepatan 120 km/jam, hujan dan panas atau gangguan lainnya. Modul tersebut dihubungkan dengan lainnya pada suatu *jointing border* dengan sistem pengunci anti karat.
- Atap Atap terbuat dari bahan yang sama dengan panel dinding/modul *shelter*.
- Pintu Pintu terbuat dari bahan yang memiliki kemampuan yang sama dengan dinding/modul *shelter*, dan engsel pintu harus tidak bisa dibongkar dari luar.

3. **Daftar SNI Tekait PLTS Terpusat**

**SNI (Standar Nasional Indonesia) khusus pengujian komponen PLTS**

1. SNI 04-3850.2-1995 : Karakteristik Modul Surya Fotovoltaik
2. SNI 04-6391-2000 : Karakteristik dan Kapasitas *Battery Charge Regulator*
3. SNI 04-6392-2000 : Kapasitas dan Siklus Baterai Sekunder
4. SNI 04-6393-2000 : Karakteristik dan Siklus Sistem Lampu Fluoresen

E. **PENUTUP**

Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi melaksanakan pembinaan dan supervisi atas pelaksanaan kegiatan DAK Bidang Listrik Perdesaaan.

MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL,

ttd.

DARWIN ZAHEDY SALEH

Salinan sesuai dengan aslinya  
KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
Kepala Biro Hukum dan Humas,

