



BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA

No.91, 2017

KEMEN-ESDM. DAK Fisik Penugasan Bidang
Energi Skala Kecil. Juklak.

PERATURAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL

REPUBLIK INDONESIA

NOMOR 03 TAHUN 2017

TENTANG

PETUNJUK OPERASIONAL PELAKSANAAN DANA ALOKASI KHUSUS FISIK
PENUGASAN BIDANG ENERGI SKALA KECIL

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang : a. bahwa dalam rangka percepatan peningkatan rasio elektrifikasi nasional dan mendorong pengembangan energi terbarukan di daerah dan pencapaian kebijakan energi nasional, diperlukan dukungan penyediaan energi berupa pembangunan instalasi pemanfaatan energi terbarukan yang dilaksanakan melalui kegiatan yang didanai dari Dana Alokasi Khusus Fisik Penugasan Bidang Energi Skala Kecil;
- b. bahwa untuk memperlancar pelaksanaan kegiatan yang didanai dari Dana Alokasi Khusus Fisik Penugasan Bidang Energi Skala Kecil sebagaimana dimaksud dalam huruf a, perlu mengatur mengenai spesifikasi umum, spesifikasi teknis, dan/atau mekanikal elektrikal pelaksanaan pembangunan instalasi pemanfaatan energi terbarukan yang didanai dari Dana Alokasi Khusus Fisik Penugasan Bidang Energi Skala Kecil dimaksud;
- c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Peraturan

Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral tentang Petunjuk Operasional Pelaksanaan Dana Alokasi Khusus Fisik Penugasan Bidang Energi Skala Kecil;

- Mengingat :
1. Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 96, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4746);
 2. Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 133, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5052);
 3. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 244, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5587) sebagaimana telah beberapa kali diubah, terakhir dengan Undang-Undang Nomor 9 Tahun 2015 tentang Perubahan Kedua atas Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 58, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5679);
 4. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2016 tentang Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara Tahun Anggaran 2017 (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 240, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5948);
 5. Peraturan Presiden Nomor 68 Tahun 2015 tentang Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 132) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Presiden Nomor 105 Tahun 2016 tentang Perubahan atas Peraturan Presiden Nomor 68 Tahun 2015 tentang Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 289);
 6. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 32 Tahun 2011 tentang Pedoman Pemberian Hibah dan Bantuan Sosial

yang Bersumber dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2011 Nomor 450) sebagaimana telah beberapa kali diubah, terakhir dengan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 14 Tahun 2016 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 32 Tahun 2011 tentang Pedoman Pemberian Hibah dan Bantuan Sosial yang Bersumber dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 541);

7. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 48/PMK.07/2016 Tahun 2016 tentang Pengelolaan Transfer ke Daerah dan Dana Desa (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 477);
8. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 13 Tahun 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 782);

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : PERATURAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL TENTANG PETUNJUK OPERASIONAL PELAKSANAAN DANA ALOKASI KHUSUS FISIK PENUGASAN BIDANG ENERGI SKALA KECIL.

Pasal 1

Dalam Peraturan Menteri ini yang dimaksud dengan:

1. Dana Alokasi Khusus Fisik Penugasan Bidang Energi Skala Kecil yang selanjutnya disebut DAK Fisik Penugasan Bidang Energi Skala Kecil adalah dana yang dialokasikan dalam anggaran pendapatan dan belanja negara kepada daerah tertentu dengan tujuan untuk membantu mendanai kegiatan pembangunan energi terbarukan yang merupakan urusan daerah dan sesuai dengan prioritas nasional.
2. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro yang selanjutnya disingkat PLTMH adalah suatu pembangkit listrik tenaga

air skala kecil yang menggunakan tenaga air di bawah kapasitas 1 MW (satu megawatt) yang dapat berasal dari saluran irigasi, sungai, atau air terjun alam, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan dan jumlah debit air.

3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik Terpusat yang selanjutnya disebut PLTS Fotovoltaik Terpusat adalah pembangkit listrik yang mengubah energi matahari menjadi listrik dengan menggunakan modul fotovoltaik, dan energi listrik yang dihasilkan selanjutnya disalurkan kepada pemakai melalui jaringan tenaga listrik.
4. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik Tersebar yang selanjutnya disebut PLTS Fotovoltaik Tersebar adalah pembangkit listrik yang mengubah energi matahari menjadi listrik dengan menggunakan modul fotovoltaik, dan energi listrik yang dihasilkan selanjutnya disalurkan langsung ke instalasi rumah pemakai.
5. Biogas adalah gas yang merupakan produk akhir pencernaan anaerobik biomassa oleh mikro organisme di dalam tangki pencerna (*digester*) dengan komponen utama metana 40% (empat puluh persen) sampai dengan 70% (tujuh puluh persen) dan karbondioksida.
6. Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga adalah serangkaian alat yang terdiri dari tangki cerna (*digester*) dan penyaluran Biogas yang berfungsi untuk menghasilkan Biogas.
7. Menteri adalah menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang energi dan sumber daya mineral.

Pasal 2

- (1) DAK Fisik Penugasan Bidang Energi Skala Kecil diarahkan untuk membiayai kegiatan fisik pembangunan instalasi pemanfaatan energi terbarukan yang meliputi kegiatan:
 - a. pembangunan PLTMH;
 - b. pembangunan PLTS Fotovoltaik Terpusat;
 - c. pembangunan PLTS Fotovoltaik Tersebar; dan/atau

- d. pembangunan Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga.
- (2) Kegiatan pembangunan PLTMH sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a merupakan kegiatan prioritas.
 - (3) Pembangunan PLTMH dan PLTS Fotovoltaik Terpusat sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a dan huruf b, merupakan instalasi pembangkit tenaga listrik yang tidak terhubung dengan jaringan tenaga listrik PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) dan pemegang izin usaha penyediaan tenaga listrik lainnya (*off grid*).
 - (4) Kegiatan pembangunan PLTS Fotovoltaik Terpusat dan PLTS Fotovoltaik Tersebar sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b dan huruf c dapat dilakukan apabila di suatu daerah tidak mempunyai potensi energi air skala kecil yang layak secara teknis untuk dapat dikembangkan sebagai PLTMH.
 - (5) Pelaksanaan pembangunan instalasi pemanfaatan energi terbarukan yang didanai dari DAK Fisik Penugasan Bidang Energi Skala Kecil sebagaimana dimaksud pada ayat (1) wajib dilaksanakan sesuai dengan spesifikasi umum, spesifikasi teknis, dan/atau mekanikal elektrik sebagai tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

Pasal 3

Instalasi pemanfaatan energi terbarukan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dikelola oleh lembaga pengelola instalasi pemanfaatan energi terbarukan yang ditunjuk oleh Pemerintah Daerah Provinsi sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 4

Peraturan Menteri ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

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

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 9 Januari 2017

MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
REPUBLIK INDONESIA,

ttd

IGNASIUS JONAN

Diundangkan di Jakarta
pada tanggal 10 Januari 2017

DIREKTUR JENDERAL
PERATURAN PERUNDANG UNDANGAN
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA,

ttd

WIDODO EKATJAHJANA

LAMPIRAN

PERATURAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
REPUBLIK INDONESIA

NOMOR 03 TAHUN 2017

TENTANG

PETUNJUK OPERASIONAL PELAKSANAAN DANA ALOKASI KHUSUS
FISIK PENUGASAN BIDANG ENERGI SKALA KECIL

PELAKSANAAN PEMBANGUNAN

INSTALASI PEMANFAATAN ENERGI TERBARUKAN

YANG DIBIYAI DARI DAK FISIK PENUGASAN BIDANG ENERGI SKALA KECIL

I. PEMBANGUNAN PLTMH

A. Spesifikasi Teknis Bangunan Sipil PLTMH

Bangunan sipil PLTMH terdiri dari bendung dan bangunan pengalih aliran (*intake*), saluran pembawa (*head race*), bak pengendap, bak penenang (*forebay*), pipa pesat (*penstock*) atau pipa hisap (*drafttube*), rumah pembangkit (*power house*), alat penyaring sampah (*trash rack*), pintu air dan katup pengaman, dan saluran pembuang (*tailrace*), harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Bendung dan Bangunan Pengalih Aliran (*Intake*)
 - a. bukaan *intake (intake orifice)* harus tenggelam di bawah muka air setiap kondisi aliran;
 - b. alat penyaring sampah (*trash rack*) harus dipasang di bendung dan bangunan pengalih aliran (*intake*) untuk menyaring sampah terapung dan dipasang dengan alur vertikal;
 - c. adukan semen untuk bagian yang terkena air disarankan menggunakan campuran 1 (satu) bagian semen dan 4 (empat) bagian pasir dan jika tidak bersentuhan dengan air maka menggunakan campuran 1 (satu) bagian semen dan 6 (enam) bagian pasir; dan
 - d. beton untuk bangunan struktur, misalnya beton bertulang.

2. Saluran Pembawa (*Head Race*)
 - a. saluran pembawa (*head race*) harus mampu menampung debit air 10% (sepuluh persen) lebih tinggi dari debit rencana, hal ini ditujukan agar pada saat operasi maksimal, muka air di bak penenang (*forebay*) tidak turun dari ketinggian biasanya dan untuk tinggi jagaan agar terhindar dari pelimpasan apabila terjadi kelebihan debit air;
 - b. acian dinding saluran pembawa (*head race*) 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 dan disesuaikan dengan kebutuhan pada masing-masing lokasi;
 - d. saluran pembawa (*head race*) dapat menggunakan pipa *polyvinyl chloride* (PVC) atau *high-density polyethylene* (HDPE) dan harus ditanam dengan kedalaman paling sedikit 10 cm (sepuluh centimeter);
 - e. jembatan pipa atau talang dapat dipakai pada daerah yang rawan longsor; dan
 - f. jika diperlukan, pada saluran pembawa (*head race*) yang menggunakan pipa dapat dipasang pipa pelepas udara di bagian-bagian yang kemungkinan terdapat udara yang terjebak.
3. Bak Pengendap
 - a. jika terdapat banyak material sedimen, maka bendung dan bangunan pengalih aliran (*intake*) dapat dilengkapi dengan bak pengendap;
 - b. aliran air tidak boleh menimbulkan *turbulensi* di dalam bak pengendap sehingga material sedimen dapat dengan mudah diendapkan;
 - c. mekanisme pembuangan endapan harus dilengkapi dengan pintu air atau lubang penguras; dan
 - d. bentuk bak secara geometris harus mampu mengumpulkan endapan di ujung bak (dekat pintu penguras).

4. Bak Penenang (*Forebay*)
 - a. bak penenang (*forebay*) dibuat dari pasangan batu bata, atau beton bertulang;
 - b. bak penenang (*forebay*) harus dibuat dari konstruksi yang kedap air dan tahan bocor;
 - c. bak penenang (*forebay*) menghubungkan saluran pembawa (*head race*) dan pipa pesat (*penstock*);
 - d. bak penenang (*forebay*) harus dilengkapi dengan:
 - 1) alat penyaring sampah (*trash rack*); dan
 - 2) saluran pelimpah (*spill way*) dengan kapasitas 120% (seratus dua puluh persen) dari debit rencana; dan
 - e. lubang pipa pesat (*penstock*) harus terendam air pada kedalaman paling sedikit 2 (dua) kali diameter pipa pesat (*penstock*) dan jarak pipa pesat (*penstock*) dari dasar bak penenang (*forebay*) paling sedikit 30 cm (tiga puluh centimeter).
5. Pipa Pesat (*Penstock*) atau Pipa Hisap (*drafttube*)
 - a. pipa pesat (*penstock*) atau pipa hisap (*drafttube*) dapat dibuat dari bahan *mild steel*, *high density polyethylene* (HDPE) atau *polyvinyl chloride* (PVC) dan harus dalam kondisi baru dan baik;
 - b. ketebalan bahan pipa pesat (*penstock*) atau pipa hisap (*drafttube*) dari bahan besi harus disesuaikan dengan tinggi-jatuh (*head*) dengan ketebalan paling sedikit 3,2 mm (tiga koma dua milimeter);
 - c. pipa pesat (*penstock*) dari bahan plastik (*high density polyethylene*/HDPE atau *polyvinyl chloride*/PVC) harus ditanam di dalam tanah dengan kedalaman paling sedikit 10 cm (sepuluh centimeter) dari sisi atas pipa pesat (*penstock*) atau dibungkus dengan bahan yang tahan terhadap cuaca, misalnya karung goni agar terlindung dari sinar matahari langsung;
 - d. pipa pesat (*penstock*) harus dirancang agar kehilangan tekanan (*head losses*) di dalam pipa pesat (*penstock*) tidak lebih 10% (sepuluh persen) dari tinggi-jatuh (*head*) total;
 - e. pipa pesat (*penstock*) harus mampu menahan tekanan yang diakibatkan oleh *water hammer*,

- f. pengelasan yang dilakukan di lapangan harus dilakukan dengan baik dan rapi serta operator las harus berpengalaman mengerjakan pengelasan untuk struktur dengan tekanan tinggi yang menggunakan las listrik;
- g. ketidaktepatan (*mis-alignment*) pada sambungan antar pipa yang dilas hanya diberi toleransi sebesar maksimal 3 mm (tiga milimeter), kecuali jika pipa disambung dengan menggunakan *flange*;
- h. pembuatan sambungan *flange* harus selalu sepasang sehingga tidak ada ketidaktepatan (*mis-alignment*) pada saat pemasangan;
- i. bagian dalam dan luar pipa pesat (*penstock*) harus dilindungi dari korosi dengan pengecatan berbahan cat khusus anti karat;
- j. pengecatan bagian dalam pipa pesat (*penstock*) dilakukan paling sedikit 2 (dua) kali, dengan pengecatan dasar terlebih dahulu sebelum dilakukan penyambungan;
- k. pengecatan bagian luar pipa pesat (*penstock*) dilakukan paling sedikit 2 (dua) kali dengan pengecatan dasar terlebih dahulu, apabila material besi masih tampak maka pengecatan harus diulang kembali;
- l. sebuah *expansion joint* dapat dipasang diantara *anchor block*;
- m. *expansion joint* atau *flange* harus dipersiapkan di pabrik dan tidak di lokasi serta harus dilindungi dari karat sebelum dipasang;
- n. mur dan baut untuk sambungan *flange* harus diberi perlindungan karat;
- o. *sliding support* pipa pesat (*penstock*) harus dipersiapkan untuk setiap penyangga pipa pesat (*penstock*) yang direncanakan;
- p. *seal* dan *packing* untuk sambungan *flange* harus dipersiapkan di pabrik;
- q. jika pipa pesat (*penstock*) terbuat dari besi/baja, maka sebaiknya dipersiapkan paling sedikit 1 (satu) buah *expansion joint*;

- r. penyangga pipa pesat (*penstock*) dan *anchor block* harus dibangun dengan kedalaman pondasi paling sedikit 50 cm (lima puluh centimeter);
 - s. penyangga pipa pesat (*penstock*) dibuat dari pasangan batu bata atau beton bertulang sedangkan *anchor block* sebaiknya dibuat dari beton bertulang; dan
 - t. penyangga pipa pesat (*penstock*) harus dilengkapi dengan *saddle* yang memungkinkan pipa pesat (*penstock*) untuk memuai atau sebaliknya.
6. Rumah Pembangkit (*Power House*)
- a. rumah pembangkit (*power house*) harus mampu melindungi peralatan elektrikal-mekanikal dan instrumentasi kontrol dari cuaca yang buruk serta akses dari orang-orang yang tidak berkepentingan;
 - b. rumah pembangkit (*power house*) harus berada pada posisi yang lebih tinggi dari ketinggian banjir tahunan, misalnya banjir 25 (dua puluh lima) tahunan atau 50 (lima puluh) tahunan;
 - c. *layout* peralatan di dalam rumah pembangkit (*power house*) harus memperhatikan kemudahan pergerakan operator di dalamnya termasuk saat perbaikan turbin atau instrumen lainnya;
 - d. luas rumah pembangkit (*power house*) harus disesuaikan dengan besarnya turbin, generator, dan kubikel kontrol;
 - e. pondasi rumah turbin dibuat dari konstruksi beton bertulang yang mampu menahan gaya dan tekanan dari turbin maupun dari pipa pesat (*penstock*);
 - f. *anchor block* harus dibuat di luar rumah pembangkit (*power house*) sehingga tekanan dari pipa pesat (*penstock*) tidak dibebankan kepada *turbine housing*, namun disalurkan ke tanah di luar rumah pembangkit (*power house*);
 - g. saluran kabel di dalam rumah pembangkit (*power house*) harus dirancang agar tidak mudah terendam air, misalnya jika ada kebocoran;
 - h. tinggi atap atau plafon paling sedikit adalah 2,5 m (dua koma lima meter) atau tanpa plafon;

- i. rumah pembangkit (*power house*) harus memiliki:
 - 1) pintu yang cukup lebar untuk memasukkan peralatan, termasuk turbin dan kubikel kontrol serta dapat dikunci;
 - 2) jendela yang dapat memberikan cahaya alami dan ventilasi udara yang cukup ke dalam ruangan;
 - 3) saluran pembuangan air baik di dalam maupun di sekitar rumah pembangkit (*power house*) dan saluran harus diarahkan ke saluran air alami; dan
 - 4) ventilasi yang cukup sehingga panas dari mesin bisa dikeluarkan dari ruangan dan ventilasi harus mampu menjaga supaya serangga tidak masuk ke dalam ruangan;
 - j. lantai rumah pembangkit (*power house*), khususnya pada bagian *base frame* turbin dan generator harus terbuat dari beton bertulang dengan ketebalan lantai pada bagian tersebut disesuaikan dengan besar turbin;
 - k. *ballast* pemanas udara ditempatkan pada lokasi yang terlindung dari jangkauan orang yang tidak berkepentingan; dan
 - l. proteksi pembumian di dalam rumah pembangkit (*power house*) harus mengikuti aturan sebagai berikut:
 - 1) semua barang/peralatan yang terbuat dari metal di dalam rumah pembangkit (*power house*) harus diberi pembumian sebagai proteksi;
 - 2) batang untuk pembumian paling sedikit berukuran 10 mm² (sepuluh milimeter persegi) dan terbuat dari tembaga dan ditanam dengan kedalaman yang cukup ke dalam tanah; dan
 - 3) proteksi untuk peralatan lain disesuaikan dengan spesifikasi dan petunjuk dari pabrikan.
7. Alat Penyaring Sampah (*Trash Rack*)
- a. alat penyaring sampah (*trash rack*) tidak boleh terbuat dari bambu atau kayu dan harus dibuat dengan menggunakan besi pejal yang berdiameter paling sedikit 4 mm (empat milimeter) atau besi plat dengan ketebalan paling sedikit 3 mm (tiga milimeter);

- b. alat penyaring sampah (*trash rack*) harus dilindungi dari korosi dengan melakukan pengecatan;
 - c. alat penyaring sampah (*trash rack*) harus mampu menahan tekanan air karena adanya penyumbatan pada kondisi air penuh;
 - d. kemiringan alat penyaring sampah (*trash rack*) sekitar 70° (tujuh puluh derajat) dari sumbu datar;
 - e. alat penyaring sampah (*trash rack*) harus dapat dilepas dari struktur sipil untuk perbaikan dan pembersihan; dan
 - f. alat penyaring sampah (*trash rack*) untuk bendung dan bangunan pengalih aliran (*intake*) dan saluran pembawa (*head race*) paling tidak memiliki celah dengan lebar paling sedikit 5 cm (lima centimeter).
8. Pintu Air dan Katup Pengaman
- a. ukuran pintu air disesuaikan dengan ukuran saluran yang akan dilayani;
 - b. pintu air 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 di bawah 5 kW (lima kilowatt);
 - e. katup pengaman turbin harus mampu menahan tekanan;
 - f. pintu air harus dibuat dari besi dengan ketebalan plat paling sedikit 3 mm (tiga milimeter) dan harus dilindungi dari karat menggunakan cat atau galvanisasi; dan
 - g. pengelasan harus rapi, kuat dan tidak bocor.
9. Saluran Pembuang (*Tailrace*)
- a. saluran pembuang (*tailrace*) harus dapat mengalirkan kembali seluruh air yang dipakai ke badan sungai;
 - b. dimensi dan kemiringan saluran pembuang (*tailrace*) disesuaikan dengan debit air dan kontur topografi; dan
 - c. spesifikasi bangunan saluran pembuang (*tailrace*) sama dengan spesifikasi saluran pembawa (*head race*).

Konstruksi bangunan sipil PLTMH mengikuti Kriteria Perencanaan (KP) Bangunan Air.

Pengujian bangunan sipil PLTMH setelah konstruksi dilakukan untuk memastikan semua bangunan sipil dikerjakan dengan benar dan berfungsi dengan baik. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengujian ini adalah:

- a. pengujian dilakukan setelah semua bangunan selesai dibangun dan paling tidak 3 (tiga) hari setelah *finishing*;
- b. pengujian kebocoran saluran pembawa (*head race*) dilakukan dengan cara mengalirinya dengan air dan diamati jika terjadi tanda-tanda rembesan atau kebocoran;
- c. tes kebocoran bak pengendap dilakukan dengan merendam bak pengendap sampai dengan batas maksimal dan diamati selama 2 (dua) hari untuk memastikan pengendapan terjadi dengan sempurna tanpa terjadi kebocoran;
- d. semua bangunan sipil harus diperiksa secara visual jika terdapat tanda-tanda retak struktur, pergeseran pondasi akibat gerakan tanah, cacat pengerjaan atau ketidaksesuaian spesifikasi teknik;
- e. pengujian kebocoran pipa pesat (*penstock*) dilakukan dengan uji tekanan statik, yakni mengisi penuh pipa pesat (*penstock*) dan diamati selama 1 (satu) hari; dan
- f. pengamatan kualitas pengelasan dan pengecatan pintu air, saringan dan pipa pesat (*penstock*).

B. Mekanikal Elektrikal PLTMH

1. Mekanikal PLTMH

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

a. Pemilihan Jenis Turbin

Turbin air yang dapat dipakai adalah jenis: *cross-flow* (*banki-mithell*), *propeller* (*kaplan*), *turgo* atau *pelton*, *francis*, atau *pump as turbine* (PAT). Pemakaian jenis turbin ini dipilih berdasarkan besaran debit rencana dan tinggi-jatuh (*head*) dengan mengikuti pedoman yang ditunjukkan pada diagram berikut ini:

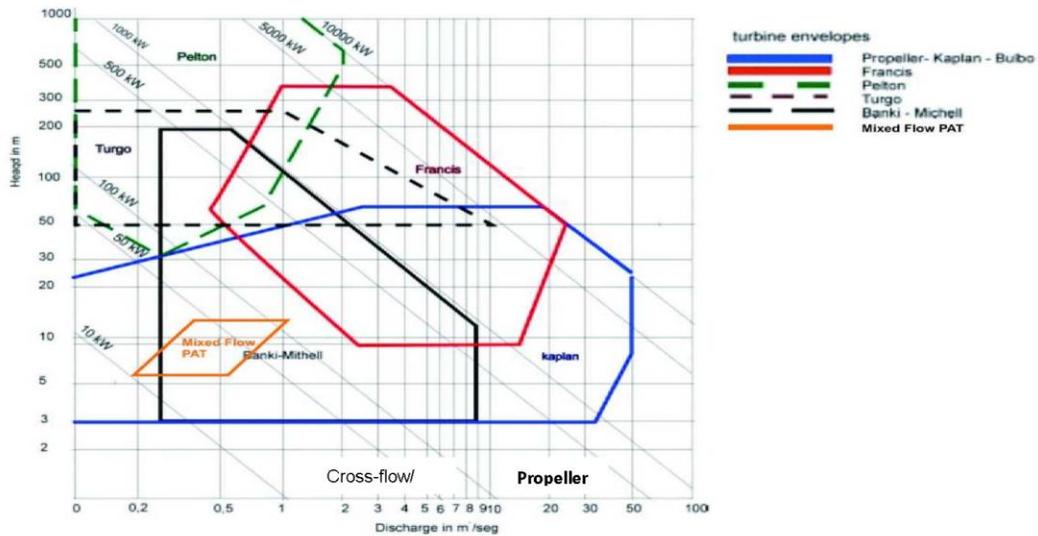


Diagram Pemilihan Jenis Turbin

b. Efisiensi Turbin

- 1) turbin *cross-flow* (*banki-mithell*) memiliki efisiensi pada poros turbin paling sedikit sebesar 65% (enam puluh lima persen) sampai dengan 75% (tujuh puluh lima persen) pada debit rencana dan tinggi-jatuh (*head*);
- 2) turbin *propeller* (*kaplan*) memiliki efisiensi pada poros turbin paling sedikit sebesar 70% (tujuh puluh persen) sampai dengan 80% (delapan puluh persen) pada debit rencana dan tinggi-jatuh (*head*);
- 3) turbin *turgo* atau *pelton* memiliki efisiensi pada poros turbin paling sedikit sebesar 70% (tujuh puluh persen) sampai dengan 85% (delapan puluh lima persen) debit rencana dan tinggi-jatuh (*head*);

- 4) turbin *francis* memiliki efisiensi pada poros turbin paling sedikit sebesar 70% (tujuh puluh persen) sampai dengan 84% (delapan puluh empat persen) debit rencana dan tinggi-jatuh (*head*); dan
- 5) *pump as turbine* (PAT) memiliki efisiensi pada poros turbin paling sedikit sebesar 65% (enam puluh lima persen) sampai dengan 80% (delapan puluh persen) debit rencana dan tinggi-jatuh (*head*). Pompa yang dapat dipergunakan adalah jenis *centrifugal* dan *mixed flow*.

c. *Name Plate*

Turbin harus dilengkapi dengan *name plate* sesuai dengan SNI Nomor 7932-2013 tentang Spesifikasi Turbin Air Cross-Flow Dengan Daya Mekanik Hingga 35 kW untuk PLTMH atau berisi informasi paling sedikit:

- 1) nama, alamat, dan nomor telepon produsen;
- 2) debit rencana dan tinggi-jatuh (*head*);
- 3) kecepatan putaran turbin pada debit rencana dan tinggi-jatuh (*head*);
- 4) daya turbin; dan
- 5) tahun pembuatan.

d. Transmisi Mekanik

Jika turbin memerlukan transmisi mekanik maka:

- 1) ukuran puli (*pulley*) harus disesuaikan dengan kapasitas dan kecepatan putaran turbin dan generator;
- 2) puli (*pulley*) harus diseimbangkan sehingga beroperasi dengan baik, paling sedikit statik;
- 3) puli (*pulley*) dan *belt* harus dilindungi oleh sangkar; dan
- 4) disarankan untuk menggunakan *flat belt*.

e. Suku Cadang dan Peralatan Kerja 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*; dan
 - 9) kunci pas, obeng dan peralatan kerja utama lainnya.
- f. Panduan Pengoperasian dan Perawatan
- Harus disediakan buku manual pengoperasian dan perawatan turbin, paling sedikit berisi mengenai:
- 1) daftar komponen turbin;
 - 2) cara pengoperasian;
 - 3) cara pemeliharaan;
 - 4) cara perbaikan di lapangan;
 - 5) cara bongkar pasang komponen; dan
 - 6) gambar skema turbin.
- g. Garansi Turbin
- Garansi turbin diberikan paling sedikit 1 (satu) tahun pada kondisi operasi normal.
- h. Pengujian Turbin
- Pengujian turbin dilakukan dengan dua cara sebagai berikut:
- 1) Pengujian tanpa beban dilakukan dengan cara menjalankan turbin dengan melepas beban pada *ballast* dan konsumen yang dijalankan hingga 150% (seratus lima puluh persen) dari putaran nominal selama 1 (satu) jam sehingga yang perlu diamati antara lain getaran turbin, kenaikan temperatur bantalan, dan kebocoran pada *turbinehousing*; dan
 - 2) Pengujian pembebanan dilakukan selama 24 (dua puluh empat) jam dengan mengabungkan beban pada *ballast* dengan mengoperasikan turbin pada debit nominal sehingga hal-hal yang perlu diamati antara lain keluaran daya, getaran, kebocoran pada *turbine housing* dan kenaikan temperatur bantalan poros.

2. Elektrikal PLTMH

- a. 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* yang terletak diluar pintu kubikel;
 - 7) memiliki lampu penanda pembangkit *offline* atau *online*;
 - 8) memiliki sistem proteksi dan pengaman hubungan singkat; dan
 - 9) disarankan memiliki fungsi yang menyimpan data digital yang bisa dilihat melalui panel:
 - a) jumlah energi yang diproduksi;
 - b) jumlah energi yang dikonsumsi;
 - c) beban maksimal; dan
 - d) beban minimal.
- b. Pengkabelan
 - 1) pengkabelan harus mengedepankan keselamatan operasional; dan
 - 2) terminal sambungan kabel harus diberi label sesuai dengan peruntukan untuk memudahkan instalasi dan identifikasi.
- c. 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 atas lantai;
 - 2) kubikel kontrol digantung di dinding dengan menggunakan *dyna bolt* atau *visser* yang disesuaikan dengan bobot;
 - 3) *ballast* pemanas udara maupun air harus diletakkan di luar rumah pembangkit (*power house*);
 - 4) *ballast* pemanas udara harus dilindungi dari jangkauan orang yang tidak berkepentingan;

- 5) *ballast* pemanas udara harus mendapatkan aliran udara secara bebas; dan
 - 6) *ballast* pemanas air harus mendapatkan aliran air secara bebas.
- d. Ketentuan Lain
- 1) harus disediakan diagram pengkabelan (*wiring diagram*) dari peralatan kontrol;
 - 2) harus disediakan panduan pengoperasian;
 - 3) *name plate* harus dipasang pada pintu kubikel;
 - 4) garansi peralatan kontrol paling sedikit 1 (satu) tahun; dan
 - 5) suku cadang yang harus disediakan antara lain sekering (*fuse*), lampu indikator dan saklar elektronik ELC (SCR/TRIAC).
- C. Distribusi Tenaga Listrik PLTMH
- Pekerjaan distribusi dan instalasi bangunan/rumah mengacu pada SNI 0225:2011 tentang Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011) dan perubahannya.
- D. Sebelum PLTMH dioperasikan perlu terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan dan pengujian untuk mendapatkan Sertifikat Laik Operasi sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

II. PEMBANGUNAN PLTS FOTOVOLTAIK TERPUSAT

PLTS Fotovoltaik Terpusat diprioritaskan untuk pelayanan listrik kepada masyarakat pengguna/penerima yang tinggal berkelompok atau jarak antara rumah satu dengan lainnya berdekatan.

Secara umum peralatan PLTS Fotovoltaik Terpusat memiliki spesifikasi teknis yang terdiri dari:

1. Modul Surya
 - a. Spesifikasi Teknis Modul Surya (*Array Module*):
 - 1) Jenis modul : *Mono/Polycrystalline Silicon*.
 - 2) Kapasitas per modul : minimal 200 Wp
 - 3) Efisiensi modul surya : minimal 16%
 - 4) Koneksi antar modul surya : *Plug and Play*, kabel koneksi diletakan menggunakan *cable tray* di bawah modul

- 5) Wajib menggunakan produk dalam negeri, yang dibuktikan dengan melampirkan salinan tanda sah capaian Tingkat Komponen Dalam Negeri paling sedikit 40% (empat puluh persen) yang diterbitkan oleh kementerian yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang perindustrian.
 - 6) Sertifikasi Pengujian : B2TKE-BPPT
 - 7) Masa Pakai : \pm 20 tahun
 - 8) Garansi : 20 tahun (degradasi 1% per tahun)
- b. Spesifikasi *Grounding Modul*
- Jenis kabel yang digunakan berupa kabel jenis *NYG Yellow Green* 35 mm² (tiga puluh lima milimeter persegi).
2. Komponen *Controller*
- a. Untuk konfigurasi *DC Coupling*
- Inverter* dan *solar charge regulator* (SCR) harus memenuhi spesifikasi sebagai berikut:
- 1) *Inverter* :
 - a) Daya output total : minimal daya output total disesuaikan dengan kapasitas output pembangkit.
 - b) Jumlah *inverter* : minimal 2 unit
 - c) Tegangan output : 220-230 VAC, 50Hz, satu fasa atau 380-400 VAC tiga fasa
 - d) Tegangan input dc : minimal 48 Vdc
 - e) Gelombang output : sinus murni
 - f) Efisiensi : \geq 95 %
 - g) *Total Harmonic Distortion* (THD) : \leq 5%
 - h) Sistem proteksi : *over current, over load, short circuits, over temperature, over/under voltage, reverse polarity*
 - i) Indikator (*LCD display*) : *inverter voltage & current, inverter*

- h) Fitur : sistem pengisian baterai yang cepat dan aman
- i) Garansi produk : minimal 5 (lima) tahun

b. Untuk konfigurasi *AC Coupling*

Inverter yang digunakan 2 (dua) jenis yaitu *inverter on-grid (solar inverter)* dan *inverter off-grid (battery inverter)*. Kedua *inverter* harus dapat terkoneksi melalui jaringan listrik AC saja, tanpa jaringan komunikasi lain. Hal ini memungkinkan komunikasi antar *inverter on-grid* dan *off-grid* yang terpisah-pisah dengan jarak yang jauh. Dengan fitur ini, semua *inverter* dapat berkomunikasi hanya dengan menggunakan AC *power line* tanpa perlu tambahan jaringan komunikasi lainnya. Dengan mengubah frekuensi AC, *inverter* juga harus mempunyai kemampuan untuk dapat meregulasi fluktuasi beban atau *Frequency-Shift Power Control (FSPC)*.

Pada siang hari, seluruh energi yang dihasilkan oleh modul surya akan dialirkan langsung oleh *inverter on-grid* langsung ke rumah-rumah pengguna/fasilitas umum (beban). Jika beban yang dilayani lebih kecil dari energi yang dihasilkan oleh modul surya, maka kelebihan energi tersebut akan dipakai untuk mengisi (*charging*) baterai. Pada saat baterai dalam kondisi penuh, maka *inverter off-grid* akan secara otomatis menghentikan suplai ke baterai. Sebaliknya, jika beban yang dilayani lebih besar dari energi yang dihasilkan atau pada malam hari, maka *inverter off-grid* akan mengkonversi energi yang tersimpan pada baterai (*discharging*) untuk melayani beban.

1) Spesifikasi *On-grid Inverter (Solar Inverter)*:

- a) Daya output total : minimal daya output total disesuaikan dengan kapasitas output pembangkit
- b) Jumlah *inverter* : minimal 2 unit

- c) Tegangan output : 3/N/PE; 230/400 VAC, 50Hz, untuk PLTS sampai 20 kWp menggunakan satu atau tiga fasa, untuk PLTS kapasitas di atas 20 kWp menggunakan tiga fasa
- d) Gelombang output : sinus murni
- e) Efisiensi : $\geq 98\%$
- f) Total *Harmonic Distortion* : $\leq 5\%$
- g) Sistem proteksi : *over load, short circuits, over temperature, over/under voltage, reverse polarity*
- h) Indikator (*LCD display*) : *inverter voltage & current, inverter frequency, load current & load voltage*
- i) Indeks proteksi : IP 65
- j) Fitur : *Data logger* dan *interface* dengan RMS
- k) Standarisasi Uji : IEC 61727: *Photovoltaic (PV) Systems- Charateristics of the Utility Interface*
- l) Garansi : Minimal 5 (lima) tahun

2) Spesifikasi *Off-grid Inverter (Battery Inverter)*:

- a) Daya output total : minimal daya output total disesuaikan dengan kapasitas output pembangkit
- b) Jumlah inverter : minimal 2 unit
- c) Tegangan input baterai : minimal 48 Vdc
- d) Tegangan *output* : 3/N/PE; 230/400 VAC, 50Hz, satu fasa/tiga fasa
- e) Gelombang output : sinus murni
- f) Efisiensi : $\geq 95\%$
- g) *Total Harmonic Distortion* (THD) : $\leq 4\%$
- h) Sistem proteksi : *over load, short circuits, over temperature, over/under voltage*
- i) Indikator LCD : *inverter voltage & current, inverter frequency, battery voltage & current, load current & load voltage*
- j) Indeks Proteksi : IP 54
- k) Fitur : *Battery temperature sensor, Battery equalization, Data logger dan interface dengan RMS*
- l) Standarisasi Uji : IEC 61683: *Photovoltaic Systems-Power Conditioners-Procedure for Measuring Efficiency*
- m) Garansi : minimal 5 (lima) tahun

3. Baterai (*Battery Bank*)

Dapat menggunakan jenis baterai *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA) atau jenis baterai Zinc Air/Lithium-Ion

a. Jenis Baterai *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA)

- 1) Tegangan *output* : minimal 48 VDC
- 2) Kapasitas Baterai (satuan) : 1000 Ah, 2 V
- 3) Temperatur Operasional yang disarankan : di bawah 30°C
- 4) kemampuan cycling : paling sedikit
2.200 cycle pada
80% DOD (*Depth of Discharge*)
- 5) Garansi : minimal 5 (lima)
tahun
- 6) TKDN : minimal 40%

b. Jenis Baterai Zinc Air/Lithium-Ion

- 1) Tegangan *output* : minimal 48 VDC
- 2) Kapasitas total baterai : menyesuaikan
dengan *autonomy days* yang
direncanakan
- 3) Temperatur Operasional yang disarankan : di bawah 50°C
- 4) Umur baterai minimal : mencapai 10
(sepuluh) tahun
- 5) Garansi : 10 (sepuluh)
tahun
- 6) TKDN : minimal 40%

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

- a. Pondasi terbuat dari cor beton dengan diameter besi 10 mm (sepuluh milimeter) dan diaci. Pondasi memiliki luas penampang 35 x 35 cm dan tinggi minimal 60 cm (enam puluh centimeter). Pondasi memiliki kedalaman minimal 40 cm (empat puluh centimeter), sehingga ketinggian pondasi di atas permukaan tanah minimal 20 cm (dua puluh centimeter).

- b. Tiang penyangga modul surya harus terbuat dari metal yang kokoh dan kuat terbuat dari pipa dengan diameter 4 (empat) inch dengan ketebalan minimal 3 mm (tiga milimeter) atau bahan metal lainnya yang anti korosi dan/atau bahan metal yang di *hot deep galvanised* pada seluruh bagian permukaan.
- c. Tiang penyangga modul surya *free standing* di atas pondasi, bagian bawah tiang penyangga harus memiliki tapak berbentuk bujur sangkar yang materialnya sama dengan tiang penyangga PV *array* dengan ketebalan minimal 8 mm (delapan milimeter) dan memiliki ukuran 20 x 20 cm. Tapak ini dilubangi pada keempat sisinya untuk pasangan baut (angkur) yang ditanam ke pondasi dengan kedalaman minimal 30 cm (tiga puluh centimeter).
- d. Jarak antar tiang penyangga modul surya maksimal 5 m (lima meter) sehingga susunan *array* modul tidak melandai (tetap rata) dan kokoh.
- e. *Mounting* modul surya menggunakan model *rail* dan *clip* dengan bahan aluminium atau bahan metal lainnya yang ringan namun kokoh dan anti korosi dengan tebal minimal 3,5 mm (tiga koma lima milimeter) dan ukurannya disesuaikan dengan ukuran modul surya yang ditawarkan.
- f. PV *Support* harus didesain dengan mempertimbangkan sudut kemiringan modul surya. Sudut kemiringan modul surya disesuaikan dengan kondisi masing-masing lokasi agar diperoleh energi penyinaran yang optimal. Rancangan kemiringan modul surya didapatkan dari hasil simulasi perangkat lunak.
- g. Modul surya yang disusun pada *rail* yang dilengkapi dengan *mid clamp* (antar modul) dan *end clamp* (pada ujung *rail*) dengan bahan terbuat dari aluminium/aluminium paduan yang anti korosi, yang berfungsi untuk menahan modul surya agar tidak bergeser. *Mid clamp* sebaiknya dapat dipasang di bagian bawah modul sedemikian sehingga susunan antar modul tidak ada celah. Alternatif lain menghilangkan celah antar modul adalah dengan menggunakan *rail* tanpa *mid clamp* (*free mid clamp*). Tujuan menghilangkan celah antar modul adalah untuk melindungi *combiner box* dari guyuran air hujan.

- h. Ketinggian antara modul dan permukaan tanah pada titik terendah minimal 70 cm (tujuh puluh centimeter).
 - i. Jarak antar PV *Array* harus diatur/didesain sedemikian rupa sehingga tidak ada bayangan (*shading*) yang jatuh pada permukaan PV *Array* lainnya. Demikian pula dengan jarak antara rumah pembangkit dan PV *Array*.
 - j. Pada setiap *array* harus dipasang tanda bahaya terhadap sengatan listrik.
 - k. *Array* harus tersusun rapi pada beberapa baris yang simetris. Jarak antar masing-masing *array* harus cukup dapat dilewati secara leluasa oleh personil pada saat pemeliharaan.
5. Sistem pengkabelan dan *grounding*
- a. Kabel koneksi antar modul surya harus diletakkan pada *cable tray/trunk*. *Cable tray/trunk* diletakkan di bawah PV *array* dan menempel pada penyangga PV *array*.
 - b. Kabel daya dari *combiner box* ke *Solar Charge Regulator* atau kabel daya dari *inverter on-grid* ke *battery inverter* (apabila menggunakan sistem *AC Coupling*) menggunakan kabel NYFGbY/NYRgBY dengan diameter menyesuaikan besar arus (SPLN/SNI).
 - c. Kabel daya dari PV *Array* ke *Solar Charge Regulator* (atau *battery inverter* apabila menggunakan sistem *AC Coupling*) harus ditanam di tanah minimal 30 cm (tiga puluh centimeter), dan masuk ke dalam rumah pembangkit (*power house*) melalui pondasi yang dilengkapi dengan kabel konduit.
 - d. Kabel daya dari baterai ke *inverter*, tipe NYAF dengan diameter menyesuaikan arus pada baterai yang sesuai dengan SPLN atau SNI.
 - e. Kabel daya dari *inverter* ke panel distribusi, tipe NYY dengan diameter menyesuaikan arus pada inverter yang sesuai dengan SPLN atau SNI.
 - f. Setiap penyambungan kabel harus menggunakan terminal kabel dan konektor (bukan sambungan langsung) yang sesuai dan terisolasi dengan baik.
 - g. Material instalasi dan *grounding* peralatan harus disesuaikan dengan kapasitas pembangkit.

- h. Sistem *grounding* dari penyangga PV *array* menggunakan penghantar tipe NYY *yellow green* 35 mm² (tiga puluh lima milimeter persegi) sesuai dengan SPLN atau SNI. Penampang harus tersambung baik secara elektrik pada penyangga PV *array* (menggunakan sepatu kabel dan dibaut).
- i. *Grounding* sistem kelistrikan dari rumah pembangkit dan *combiner box* disatukan dan ditempatkan dalam bak kontrol *grounding*. Bak kontrol *grounding* terbuat dari pasangan batu yang dicor semen dan diaci serta dilengkapi dengan penutup yang memiliki pegangan. Ukuran dan kedalaman bak kontrol dibuat sedemikian sehingga mudah bagi operator dalam melakukan perawatan.
- j. Interkoneksi dari masing-masing PV *array* dikelompokkan dan ditempatkan pada *combiner box*. Ukuran *combiner box* disesuaikan sedemikian sehingga operator dapat dengan mudah/leluasa melakukan pengecekan saat pemeliharaan. Penempatan *combiner box* diusahakan aman dari guyuran hujan secara langsung.

Spesifikasi *combiner box*:

- 1) *Design Panel* harus sesuai dengan standard IEC 51439-1 dan IEC 61439-2.
- 2) Terbuat dari bahan *Polycarbonat* dengan *insulation class* IP 65 yang tahan terhadap paparan *Ultraviolet* jangka panjang. Desain *combiner box* harus dapat mengantisipasi pengembunan di bagian dalam (dilengkapi *Breather*).
- 3) Kabel interkoneksi harus sesuai dengan standar aplikasi Fotovoltaik (minimal rating 1000 VDC).
- 4) Semua koneksi pada terminal kabel harus memenuhi standar atau dengan menggunakan koneksi sistem pegas untuk menjamin kualitas koneksi yang baik dan pasti.
- 5) Untuk input dari kabel string menggunakan *connector plug-in socket*.

- 6) Dilengkapi dengan pembatas arus yang modular, memiliki indikator fungsi dan tegangan kerja maksimum 1500 VDC (IEC 60269-6). Tipe Fuse gPV dengan kapasitas arus yang sesuai dengan daya keluaran. Fuse cadangan (*back up fuse*) wajib disediakan minimal 10% (sepuluh persen) dari jumlah Fuse yang digunakan.
- 7) Dilengkapi dengan *Surge Protection* untuk aplikasi fotovoltaik (IEC 61643-1). *Surge protection* berbentuk modular, plugable dan memiliki indikator fungsi kerja.
- 8) Dilengkapi dengan Isolator *Switch* dengan tegangan kerja 1000 VDC, untuk isolasi yang aman pada waktu perawatan.

6. Panel Distribusi (*Distribution Panel*)

Panel Distribusi dilengkapi dengan saklar utama/pemisah, pembatas arus *Mini Circuit Breaker* (MCB), *Earth Leak Circuit Breaker* (ELCB), saklar terminal, dan busbar. Rangka bagian depan, atas, bawah dan bagian belakang tertutup rapat, sehingga petugas pelayanan akan terlindung dari bahaya sentuh bagian-bagian aktif. Panel distribusi dilengkapi dengan ventilasi pada bagian sisi, lubang ventilasi harus dilindungi, agar binatang atau benda-benda kecil serta air yang jatuh tidak mudah masuk ke dalamnya.

- a. tegangan sistem : 220/230 Vac (1 fasa) atau 380/400 Vac (3 fasa).
- b. monitoring : tegangan, arus, dan kWh meter.
- c. Sistem proteksi : *fuse* dan *circuit breaker*, *surge protection* untuk 220V/380VAC. *Surge protection* berbentuk modular, plugable dan memiliki indikator fungsi kerja.
- d. Jumlah panel distribusi : 1 (satu) set
- e. Kabel instalasi : Kabel jenis NYY
- f. Material : bahan metal yang tidak dapat terbakar, tahan lembab dan kokoh dengan ketebalan minimal 2 mm (dua milimeter)

- g. Fitur : Dilengkapi dengan timer dan kontaktor, serta lampu indikator
7. Pyranometer
- a. Fitur : Standar ISO 9060:1990 *second class, waterproof, field of view 180°* dan *output* hasil pengukuran dapat dibaca pada RMS
 - b. Jumlah Pyranometer : 1 (satu) unit
 - c. Aksesoris Pyranometer : 1 (satu) Set
8. *Remote Monitoring System* (RMS)
- a. Fitur : Dilengkapi dengan modem GPRS, *Interface* harus dilengkapi dengan koneksi RS - 485.
 - b. Sistem komunikasi : 3G, GPRS/WIFI
 - c. Jumlah RMS : 1 (satu) unit
 - d. Aksesoris RMS : 1 (satu) set
9. Instalasi Rumah
- a. 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, paling sedikit 3 (tiga) buah titik lampu, 1 (satu) buah kotak kontak, alat proteksi *short circuit*, dan alat pembatas daya dan energi sesuai dengan kapasitas daya tersambung dan pemakaian energi listrik.

- b. kabel instalasi : NYM 2x1,5 mm² (sesuai dengan SNI), maksimal 25 m (dua puluh lima meter)
 - c. jenis lampu : Lampu Hemat Energi (CFL/LED) 220 (dua ratus dua puluh) Vac
 - d. daya lampu : disesuaikan kebutuhan, tidak lebih dari 10 W (sepuluh watt) per titik lampu, agar tidak terjadi pengurasan daya yang berlebihan
 - e. alat pembatas energi (*energy limiter*) berfungsi membatasi pemakaian energi (VAh) dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - 1) batas pemakaian energi dan *reset time* dapat diatur;
 - 2) *setting* batas pemakaian per hari adalah tetap;
 - 3) memiliki sistem untuk memutus (dan menyambung kembali) hubungan listrik pada pemakai tertentu yang bermasalah;
 - 4) memiliki fungsi proteksi apabila terjadi arus hubung singkat (*short-circuit*); dan
 - 5) memiliki sistem pengaman/segel sehingga pemakai tidak dapat melakukan pencurian listrik (*bypass*).
10. Rumah Pembangkit (*Power House*)
- Untuk keperluan penempatan peralatan dan operasional harus dibangun rumah permanen atau *shelter* yang terbagi atas ruang baterai dan ruang kendali (*control room*);
- a. Jika menggunakan *shelter*, spesifikasi bangunan minimal sebagai berikut:
 - 1) Menggunakan bahan *polyurethane* dan baja ringan dengan ukuran menyesuaikan dengan kapasitas PLTS seperti tercantum pada Daftar Kuantitas dan Harga, yang terbagi atas ruang baterai dan ruang kendali (*control room*). Pondasi menggunakan batu kali/setara dengan kedalaman minimal 50 cm (lima puluh centimeter). Luasan pondasi harus lebih 70 cm (tujuh puluh centimeter) dihitung dari sisi dinding rumah pembangkit bagian depan dan 20 cm (dua puluh centimeter) dari sisi lainnya serta diaci.

- 2) Atap menggunakan Zinc Aluminium.
 - 3) Tebal dinding *shelter* minimal 75 mm (tujuh puluh lima milimeter).
 - 4) Lantai menggunakan keramik warna putih ukuran 30 x 30 cm.
 - 5) Ruang baterai harus memiliki ventilasi yang cukup untuk sirkulasi udara sedemikian sehingga suhu dalam ruang baterai bisa terjaga kurang dari 30°C. Untuk menjaga suhu ruang baterai, dinding ruang baterai wajib dipasang kipas (*exhaust fan*) ukuran 8-10 inchi dengan konsumsi daya per unit maksimal 25 W (dua puluh lima watt). Jumlah kipas yang dipasang disesuaikan agar pada saat beroperasi mampu menjaga suhu sesuai yang ditentukan. Nyala dan matinya kipas diatur dengan thermostat. Bagian kipas yang berada diluar ruang baterai harus terlindung dari air hujan.
- b. Jika menggunakan bangunan permanen, spesifikasi bangunan minimal sebagai berikut:
- a) pondasi menggunakan batu kali atau yang setara;
 - b) dinding menggunakan bata merah atau setara, diplester halus dan dicat;
 - c) atap menggunakan genteng atau asbes gelombang;
 - d) pintu terbuat dari triplek/aluminium dilengkapi dengan kunci;
 - e) dilengkapi dengan jendela;
 - f) lantai ruang baterai harus diperkuat dengan beton bertulang agar dapat menahan berat baterai; dan
 - g) ruang baterai harus memiliki ventilasi yang cukup untuk sirkulasi udara.
- c. Dilengkapi dengan instalasi listrik, 5 titik (3 lampu dan 2 kotak kontak), dan pembatas MCB 2 A.
- d. Di sekitar bangunan rumah pembangkit dilengkapi dengan sistem penangkal petir untuk melindungi keseluruhan sistem pembangkit.
- e. Dilengkapi dengan jalan setapak (dibeton atau menggunakan *con-block* dengan lebar minimal 1 meter) dari pintu gerbang pagar BRC ke pintu rumah pembangkit.

- f. Seluruh fasilitas sistem pembangkit harus diberi pagar keliling menggunakan jenis BRC seluas area yang disediakan dengan tinggi minimal 150 cm (seratus lima puluh centimeter) dan dilengkapi dengan pintu gerbang swing tunggal. Diameter besi pagar minimal 6 mm (enam milimeter). Diameter tiang penghubung pagar minimal 2 inchi. Pagar BRC harus dicat dengan metode *hot dip galvanized*.
 - g. Pondasi pagar BRC memiliki luas penampang 20 x 20 cm dan tinggi 45 cm (empat puluh lima centimeter) dengan kedalaman minimal 30 cm (tiga puluh centimeter), sehingga ketinggian pondasi di atas permukaan tanah minimal 15 cm (lima belas centimeter). Pondasi terbuat dari pasangan batu yang dicor semen dan diaci.
 - h. Dilengkapi dengan papan nama proyek yang mencakup data nama kegiatan, instansi pelaksana kegiatan, lokasi (desa, kecamatan, kabupaten, provinsi), sumber dana, dan tahun anggaran pelaksanaan.
11. 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.
12. Jaringan Distribusi, Sambungan dan Instalasi Rumah
- a. Jaringan distribusi tegangan rendah
- Jaringan diperlukan untuk distribusi ke rumah pelanggan dengan jaringan tegangan rendah (TR) *open loop*. Jaringan distribusi terdiri dari tiang listrik dan kabel. Total panjang jaringan distribusi maksimal disesuaikan dengan perencanaan. Spesifikasi untuk jaringan distribusi tegangan rendah adalah sebagai berikut:
- 1) menggunakan jaringan udara;
 - 2) jarak antar tiang maksimal 40 m (empat puluh meter);
 - 3) menggunakan pole/tiang besi *galvanized* dengan tinggi 7 m (tujuh meter) standar PLN. Ditanam dengan kedalaman 1 m (satu meter) dan dilengkapi dengan asesoris jaringan distribusi;

- 4) pada tiang distribusi pertama yang paling dekat dengan rumah pembangkit (*power house*) wajib dipasang *arrester* keramik;
 - 5) pondasi tiang jaringan distribusi dibuat dengan ukuran 20x20 cm pada tapak yang berada di atas permukaan tanah dan 30x30 cm pada tapak yang berada di bawah dan ditanam dalam tanah. Tinggi minimal pondasi 60 cm (enam puluh centimeter) dengan kedalaman minimal 50 cm (lima puluh centimeter), sehingga ketinggian pondasi di atas permukaan tanah minimal 10 cm (sepuluh centimeter);
 - 6) kabel antar tiang menggunakan *twisted cable* 3x35mm² + 1x25mm² + 1x16mm² yang sesuai dengan Standar PLN, dengan ketentuan untuk kabel 1x16mm² merupakan koneksi lampu jalan dengan *timer* di rumah baterai dan kontaktor;
 - 7) kabel dari tiang ke rumah menggunakan NFA 2x10 mm² yang sesuai dengan Standar PLN;
 - 8) tinggi lendutan kabel antar tiang minimal 4 meter dari permukaan tanah;
 - 9) pada setiap dua tiang dipasang sebuah lampu jalan. Lampu jalan harus dilengkapi dengan lengan lampu, dan lampu LED dengan daya 10-12 W dengan efisiensi 100 lumen/W yang terletak didalam suatu *enclosure* tertutup yang memiliki IP 65. Mengingat kapasitas pembangkit dan energi yang tersimpan pada baterai yang sangat terbatas, maka lampu jalan ini harus didesain untuk boleh dinyalakan maksimal 5 (lima) jam perhari (menggunakan *timer*, dimulai sejak terbenamnya matahari pada masing-masing lokasi);
- b. Jaringan distribusi tegangan menengah (jika ada)
- Jaringan distribusi tegangan menengah diperlukan untuk menyalurkan daya dari pembangkit ke jaringan distribusi. Jaringan distribusi tegangan menengah terdiri dari tiang listrik dan kabel. Total panjang jaringan disesuaikan dengan perencanaan. Spesifikasi untuk jaringan distribusi tegangan menengah adalah sebagai berikut :
1. menggunakan jaringan udara;
 2. jarak antar tiang maksimal 40 m (empat puluh meter);

3. menggunakan pole/tiang besi atau beton dengan tinggi minimal 11m (sebelas meter) standar PLN sejumlah yang direncanakan, ditanam dengan kedalaman minimal 1m (satu meter) yang dilengkapi dengan asesoris jaringan distribusi;
 4. pondasi tiang jaringan dibuat dengan ukuran 20x20 cm pada tapak yang di atas permukaan tanah dan 30x30 cm pada tapak yang di bawah (yang ditanam dalam tanah). Tinggi minimal pondasi 60 cm (enam puluh centimeter) dengan kedalaman minimal 50 cm (lima puluh centimeter), sehingga ketinggian pondasi di atas permukaan tanah minimal 10 cm (sepuluh centimeter);
 5. kawat antar tiang menggunakan AAAC/AAAC-S 70 mm (tujuh puluh milimeter);
 6. tinggi lendutan kabel antar tiang minimal 4 m (empat meter) dari permukaan tanah;
13. Sub-Sistem Instalasi Rumah dengan spesifikasi sebagai berikut:
- a. masing-masing rumah diberikan proteksi/pengaman menggunakan pembatas arus (MCB) minimal 1 Ampere (termasuk boks dan segel), 220 Volt dan dilengkapi dengan pembatas energi (*energy limiter*);
 - b. *energy limiter (energy dispenser meter)* memiliki fitur yang dapat diprogram dengan sandi (*password*), sehingga dapat disesuaikan dengan kemampuan kapasitas pembangkit;
 - c. *energy limiter (energy dispenser meter)* dan pembatas arus (MCB) keduanya harus ditempatkan di dalam sebuah kotak pengaman tertutup (*box*) berbahan metal;
 - d. *energy limiter* memiliki proteksi arus lebih dan arus hubung singkat yang dapat diprogram dan dapat kembali normal setelah tidak ada gangguan (*fault*);
 - e. *energy limiter* memiliki indikator LCD untuk melihat sisa energi dan indikator suara (*beep*) apabila energi yang tersisa mencapai limit tertentu sesuai pengesetan;
 - f. masing-masing rumah terdapat 4 titik beban yang terdiri atas 3 buah lampu dan 1 buah kotak kontak;
 - g. lampu yang dipakai adalah lampu LED, garansi pabrikan minimal 2 (dua) tahun, umur lampu LED minimal 50.000 jam;

- h. kabel Instalasi rumah menggunakan jenis NYM 3x1,5 mm² dan 2x1,5 mm², sesuai standar PLN;
- i. masing-masing rumah harus dilengkapi dengan *arde* (pentanahan); dan
- j. penyambungan instalasi rumah dilakukan sesuai dengan standar PLN.

Energy limiter (energy dispenser meter) seperti yang disebutkan dalam spesifikasi di atas, berfungsi membatasi pemakaian energi harian. Setiap rumah dibatasi pemakaian energi listrik per harinya minimal 300 watt-jam (Wh). Adapun spesifikasi *energi limiter* adalah sebagai berikut:

- a. Tegangan input : 220 VAC, 1 phasa, 50 Hz
- b. Arus beban maksimum : min 1 A
- c. Konsumsi arus input (AC) : + 15 mA
- d. Kontrol : *micro controller*
- e. *Setting* : *programmable* dengan *password*
- f. Alarm : *buzzer/beepsaat* kuota 25%, indikator pada display saat kuota habis
- g. Resolusi Pengukuran : 1 watt-jam (Wh), ketelitian 5%
- h. Temperatur Operasional : 0-500C
- i. Pembatasan Pemakaian : dapat diprogram berdasarkan waktu dan penggunaan daya.

Lampu yang dipakai seperti yang disebutkan dalam spesifikasi di atas, adalah lampu LED *Bulb Light* dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. Tegangan input : 85-265 VAC
- b. Konsumsi daya : 4-6 W
- c. Luminous : minimal 400 lm
- d. Warna cahaya : *pure white*
- e. Fitting : E27
- f. Garansi produk : minimal 2 (dua) tahun

Pekerjaan distribusi tenaga listrik mengacu pada SNI 0225:2011 tentang Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011).

14. Penangkal Petir

Spesifikasi untuk penangkal petir sebagai berikut:

- a. menara (*tower*): *tree angle, guyed wire*;
- b. *passive system, connection slave*;
- c. jenis kabel yang digunakan adalah kabel terbuka (tanpa isolasi) sesuai SNI/SLPN;
- d. *grounding* penangkal petir harus tersambung secara baik dan dipisah dengan sistem *grounding* pada *PV array* dan rumah pembangkit;
- e. *grounding* penangkal petir ditempatkan dalam bak kontrol *grounding*. Bak kontrol *grounding* terbuat dari pasangan batu yang dicor semen dan diaci serta dilengkapi dengan penutup yang memiliki pegangan. Ukuran dan kedalaman bak kontrol dibuat sedemikian sehingga mudah bagi operator dalam melakukan perawatan;
- f. dilengkapi dengan *lightning counter*;
- g. *lightning counter* diletakkan di dalam *box* yang spesifikasi teknisnya sesuai dengan *combiner box*;
- h. tinggi menara (*tower*) minimal 17 m (tujuh belas meter);
- i. pondasi *tower* dibuat dengan ukuran 60x60 cm. Tinggi minimal pondasi 110 cm (seratus sepuluh centimeter) dengan kedalaman minimal 95 cm (sembilan puluh lima centimeter), sehingga ketinggian pondasi di atas permukaan tanah minimal 15 cm (lima belas centimeter);
- j. pondasi *ankur guyed wire* dengan ukuran 60x60 cm. Tinggi minimal pondasi 125 cm (seratus dua puluh lima centimeter) dengan kedalaman minimal 110 cm (seratus sepuluh centimeter), sehingga ketinggian pondasi di atas permukaan tanah minimal 15 cm (lima belas centimeter);

15. Pemeriksaan dan Pengujian

Sebelum PLTS Fotovoltaik Terpusat dioperasikan perlu terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan dan pengujian laik operasi untuk mendapatkan Sertifikat Laik Operasi sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

III. PEMBANGUNAN PLTS FOTOVOLTAIK TERSEBAR

PLTS Fotovoltaik Tersebar akan diprioritaskan untuk masyarakat yang tinggal berjauhan satu dengan lainnya.

Secara umum peralatan PLTS Fotovoltaik Tersebar memiliki spesifikasi teknis yang terdiri dari:

1. Modul Surya

Spesifikasi Teknis Modul Surya

- a. jenis : *Mono/Polycrystalline Silicon*
- b. *power tolerance* per modul : 5% (lima persen)
- c. *junction-box* : dilengkapi dengan *cable gland/DC-Multi Connector*
- d. sertifikasi : Hasil Tes Uji Produk yang masih berlaku (dapat berupa tes uji dari seri produk yang sama) dikeluarkan oleh Lembaga Uji Independen (bukan merupakan uji QA dari pabrikan)
- e. efisiensi : paling sedikit 15% (lima belas persen) (*mono/polycrystalline silicon*)
- f. *output* modul surya : disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing daerah paling sedikit 100 (seratus) Wp per unit
- g. garansi : paling sedikit 20 (dua puluh) tahun untuk degradasi *output* < 20% (dua puluh persen)
- h. wajib menggunakan produk dalam negeri, yang dibuktikan dengan melampirkan salinan tanda sah capaian Tingkat Komponen Dalam Negeri paling sedikit 40% (empat puluh persen) yang diterbitkan oleh kementerian yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang perindustrian.
- i. label data *performance* modul surya di tempel di bagian belakang modul.

2. *Battery Control Unit (BCU)*

- a. umum : kontroler berfungsi mengatur *charging* ke baterai, harus dapat dikontrol agar tidak merusak baterai
- b. tegangan input : disesuaikan dengan tegangan *array* modul
- c. kapasitas : disesuaikan dengan arus *short circuit* dari *array* modul
- d. sertifikasi : Standar Nasional Indonesia (SNI)
- e. efisiensi : > 90% (sembilan puluh persen)
- f. tegangan baterai : paling sedikit 12 (dua belas) Vdc
- g. *charge control* : *Pulse Width Modulation (PWM)*
- h. sistem proteksi : *High Voltage Disconnect (HVD)*, *Low Voltage Disconnect (LVD)*, *Short Circuit Protection*.
- i. dilengkapi dengan display dan sensor temperatur baterai.
- j. garansi paling sedikit 3 (tiga) tahun.

3. Baterai

- a. tipe : *deep cycle, maintenance free, VRLA Gel*
- b. kapasitas : disesuaikan dengan kapasitas modul surya dan beban, minimal 100 Ah
- c. kemampuan *cycling* : paling sedikit 1.200 *cycle* pada 80% DOD (*Depth of Discharge*)
- d. sertifikasi : SNI atau Standar Internasional
- e. garansi : paling sedikit 3 (tiga) tahun
- f. harus dilengkapi dengan sistem koneksi yang dapat mencegah korosi dan arus hubung singkat (termasuk pada waktu pemasangan)

- g. wajib menggunakan produk dalam negeri, yang dibuktikan dengan melampirkan salinan tanda sah capaian Tingkat Komponen Dalam Negeri paling sedikit 40% (empat puluh persen) yang diterbitkan oleh kementerian yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang perindustrian.
4. Lampu dan Kotak Kontak
- a. jenis : Lampu Hemat Energi (CFL/LED)
 - b. tegangan : 12 (dua belas) Vdc atau 220 (dua ratus dua puluh) VAC
 - c. daya : disesuaikan kebutuhan, tidak lebih dari 10 W (sepuluh watt) per titik lampu, agar tidak terjadi pengurasan daya yang berlebihan;
 - d. jumlah lampu : minimal 3 (tiga) buah; dan
 - e. dilengkapi dengan kotak kontak (sesuai kebutuhan).
5. *Inverter* (jika diperlukan)
- a. umum : *inverter* berfungsi mengubah arus DC ke AC
 - b. kapasitas : disesuaikan dengan kebutuhan beban
 - c. tegangan *output* : 220/230 Vac (1 fasa)
 - d. tegangan *input* : disesuaikan dengan tegangan baterai
 - e. bentuk gelombang : gelombang sinus murni (*pure sine wave*)
 - f. frekuensi : 50 (lima puluh) Hz
 - g. *output voltage THD Factor* : <5% (tiga persen)
 - h. efisiensi : > 90% (sembilan puluh persen)
 - i. sistem proteksi : DC *Over/under-voltage*, AC *Over/under-voltage, over load, Short Circuit Protection* dilengkapi dengan *display*
 - j. garansi paling sedikit 3 (tiga) tahun

6. Penyangga Modul Surya (jika diperlukan)
 - a. bahan dan *treatment* : pipa besi dengan *hot dip galvanized treatment*.
 - b. tinggi penyangga paling sedikit 1,5 m (satu koma lima meter) (diameter 1 *inch*).

IV. PEMBANGUNAN INSTALASI BIOGAS SKALA RUMAH TANGGA

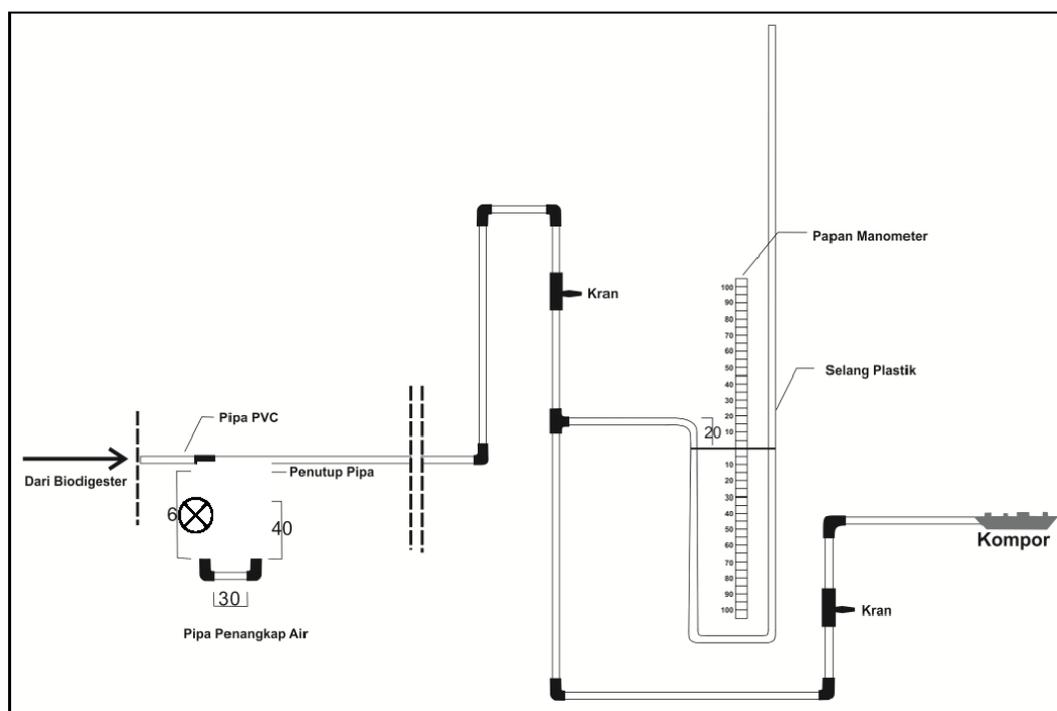
A. Spesifikasi Umum:

1. Pembangunan Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga ditujukan untuk pembangunan perangkat peralatan Biogas baru untuk rumah tangga dengan volume 3 m³ (tiga meter kubik) sampai dengan 20 m³ (dua puluh meter kubik).
2. Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga yang dapat dibangun terdiri dari dua tipe yaitu tipe kubah tetap (*fixed dome*) dari beton dan dari serat kaca (*fiber glass*).
3. Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga meliputi:
 - a. tangki pencerna (*digester*), dengan bak dan saluran pemasukan bahan baku maupun bak dan saluran pengeluaran bahan organik;
 - b. penyaluran Biogas terdiri atas pemipaan, penguras air (*water drain*), keran gas, dan manometer;
 - c. kompor terdiri atas kompor Biogas dan pemantik api; dan
 - d. lampu Biogas (jika diperlukan);
4. Untuk menjamin ketersediaan limbah kotoran ternak, rumah tangga penerima bantuan perangkat peralatan Biogas wajib membuat surat pernyataan jaminan ketersediaan ternak paling sedikit selama 2 (dua) tahun. Ternak yang tersedia paling sedikit:

Tabel 1. Ketersediaan Ternak

NO.	UKURAN REAKTOR (M ³)	JUMLAH TERNAK	
		SAPI (BERAT @100 KG PER EKOR)	BABI (BERAT @30 KG PER EKOR)
1.	3-4	3 s.d. 4	5 s.d. 7
2.	5-6	5 s.d. 6	8 s.d. 10
3.	7-8	7 s.d. 8	11 s.d. 13
4.	9-10	9 s.d. 10	14 s.d. 17
5.	11-12	11 s.d. 12	18 s.d. 21
6.	13-15	13 s.d. 14	22 s.d. 25
7.	16-18	15 s.d. 16	26 s.d. 30
8.	19-20	17 s.d. 18	31 s.d. 33

5. Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga tipe kubah tetap (*fixed dome*) dari beton dibangun sesuai dengan SNI 7826:2012 – Unit Penghasil Biogas Dengan Tangki Pencerna (*Digester*) Tipe Kubah Tetap dari Beton.
6. Pembangunan unit tangki pencerna (*digester*) yang menggunakan material serat kaca (*fiberglass*) diproduksi sesuai dengan spesifikasi teknis yang mengacu kepada SNI 7639:2011 - Reaktor Biogas (*Biodigester*) Serat Kaca Tipe Kubah Tetap-Syarat Mutu dan Metode Uji.
7. Pembangunan Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga dilakukan oleh kontraktor pelaksana dan dalam pelaksanaannya Pemerintah Daerah provinsi dapat bekerja sama dengan Lembaga Swadaya Masyarakat atau organisasi nirlaba.
8. Pemasangan sistem pemipaan menggunakan material yang diproduksi dengan SNI yang berlaku dengan ukuran panjang dan dimensi yang menjamin perangkat peralatan Biogas dapat beroperasi normal.
9. Kompor Biogas yang digunakan adalah kompor yang khusus diproduksi untuk pemanfaatan bahan bakar Biogas.
10. Skema Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga adalah sebagaimana tercantum pada gambar di bawah ini:



Gambar 1.

Skema Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga

11. Tenaga pelaksana terdiri dari tukang ahli, tukang, dan pembantu tukang yang disesuaikan dengan kebutuhan dengan persyaratan sebagai berikut:

1) Tenaga ahli

Tenaga ahli memiliki persyaratan:

- a) memahami dan menguasai tata cara pembangunan unit penghasil Biogas dengan tangki pencerna (*digester*) tipe kubah tetap (*fixed dome*) dari beton;
- b) memiliki pengalaman membangun unit penghasil Biogas dengan tangki pencerna (*digester*) tipe kubah tetap (*fixed dome*) dari beton dan telah berfungsi dengan baik;
- c) memiliki sertifikat atau surat keterangan pelatihan di bidang Biogas dari lembaga pelatihan atau institusi lokal/internasional di bidang pelatihan atau pengembangan Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga.

2) Tukang

Tukang memiliki persyaratan keterampilan yang cukup dalam pengerjaan adukan, pemasangan batu bata, plesteran, acian, dan pengecatan.

3) Pembantu tukang

Pembantu tukang memiliki kemampuan untuk membantu tukang dalam melaksanakan pekerjaan tukang.

12. Penandaan

Setiap instalasi biogas skala rumah tangga yang dibangun harus diberi label pada tempat yang mudah dilihat dan tidak mudah hilang dengan informasi sebagai berikut:

- a. nama program;
- b. sumber pendanaan (Dana Alokasi Khusus);
- c. tahun pembuatan; dan
- d. kapasitas tampung;

B. Spesifikasi Teknis Instalasi Biogas Rumah Tangga Tipe Kubah Tetap (*Fixed Dome*) dari Beton:

1. Pembangunan Instalasi Biogas Rumah Tangga tipe kubah tetap dari beton menggunakan material, peralatan dan dimensi material sebagaimana yang dipersyaratkan pada Tabel 2:

Tabel 2.

Persyaratan Material dan Peralatan Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga
Tipe Kubah Tetap (*Fixed Dome*) Dari Beton

No.	Item Material dan Peralatan	Satuan	Ukuran Digester (M ³)/ Jumlah Material				
			4m ³	6m ³	8m ³	10m ³	12m ³
1.	Batu Bata atau Setara	bh	1500	1700	2000	2200	2500
2.	Pasir pasang	m ³	2	2,4	2,7	2,9	3,1
3.	Pasir kasar	m ³	2	2,4	2,7	2,9	3,1
4.	Batu Kerikil/Koral	m ³	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
5.	Semen (50 Kg)	sak	15	18	22	25	29
6.	MS rod	kg	20	22	24	30	34
7.	Mixer	bh	1	1	1	1	1
8.	Pipa Gas Utama (1 Set)	bh	1	1	1	1	1
	a. <i>Fittings</i> PVC	bh	10	10	10	12	12
	b. Pipa Gas (PVC)	m	12	12	12	12	12
9.	<i>Water Drain</i>	bh	1	1	1	1	1
10.	Gas tap	bh	2	2	2	3	3
11.	Kompor	bh	1	1	1	2	2
12.	Lampu Biogas	bh	1	1	1	1	1
13.	<i>Hose Pipe</i>	m	1	1	1	2	2
14.	Taflon tape	bh	2	2	2	2	2
15.	<i>Inlet Pipe</i>	bh	2	2	2	2	2
16.	Manometer	bh	1	1	1	1	1
17.	Cat Emulsi (<i>Emultion Paint</i>)	lt	1	1,5	2	2,5	3

2. Ketentuan Pengerjaan

Bagian-bagian Instalasi Biogas Rumah Tangga tersebut harus mengikuti ketentuan paling sedikit sebagai berikut:

a. Tangki pencerna (*digester*)

1) Pondasi, terbuat dari:

- a) beton dibuat dari campuran semen:pasir:kerikil dengan perbandingan 1:2:3; dan
- b) plesteran dilakukan dengan campuran semen:pasir dengan perbandingan 1:3 atau 1:4.

2) Dinding, terbuat dari:

- a) pasangan batu bata dengan campuran semen:pasir dengan perbandingan 1:3 atau 1:4;

- b) plesteran dilakukan dengan menggunakan campuran semen:pasir dengan perbandingan 1:3 atau 1:4;
 - c) acian dilakukan dengan campuran semen dan air; dan
 - d) pelapisan kedap air dilakukan dengan menggunakan campuran pengedap air.
- 3) Kubah
- a) kubah beton dibuat dari:
 - (1) campuran semen:pasir:kerikil dengan perbandingan 1:2:3;
 - (2) plesteran dilakukan dengan menggunakan campuran semen:pasir dengan perbandingan 1:3 atau 1:4;
 - (3) acian dilakukan dengan menggunakan campuran semen dan air; dan
 - (4) pelapisan kedap air dilakukan dengan menggunakan campuran cat emulsi (*acrylic emulsion paint*) atau bahan pengedap air yang dicampur semen.
 - b) kubah pasangan batu bata dibuat dengan persyaratan sebagai berikut:
 - (1) pasangan batu bata dengan campuran semen:pasir dengan perbandingan 1:3 atau 1:4;
 - (2) plesteran dengan campuran semen:pasir dengan perbandingan 1:3 atau 1:4;
 - (3) acian menggunakan campuran semen dan air; dan
 - (4) lapisan kedap air menggunakan campuran cat emulsi (*emulsion paint*) atau bahan pengedap air yang dicampur semen.

- b. Bak pemasukan bahan baku, terbuat dari:
 - 1) pasangan batu bata dengan menggunakan campuran semen:pasir 1:4;
 - 2) plesteran dilakukan dengan campuran semen:pasir dengan perbandingan 1:4; dan
 - 3) acian dilakukan dengan campuran semen dan air.
 - c. Bak penampung keluaran lumpur organik, terbuat dari:
 - 1) pasangan batu bata dengan campuran semen:pasir dengan perbandingan 1:4;
 - 2) plesteran dilakukan dengan campuran semen:pasir dengan perbandingan 1:4; dan
 - 3) acian dilakukan dengan campuran semen dan air.
 - d. Pemasangan pipa saluran pemasukan bahan baku
Pemasangan pipa saluran *inlet* dilakukan dengan cara menghubungkan bak pemasukan bahan baku dengan lubang pemasukan di dinding tangki pencerna (*digester*) menggunakan pipa PVC dimana kedua ujung saluran direkatkan dengan pasangan batu bata yang menggunakan campuran semen:pasir dengan perbandingan 1:4.
 - e. *Manhole*
 - 1) Tipe 1 (satu) *manhole*, beton dari campuran semen:pasir:kerikil dengan perbandingan 1:2:3; dan
 - 2) plesteran dilakukan dengan menggunakan campuran semen:pasir dengan perbandingan 1:3 atau 1:4.
 - f. Pemasangan pipa saluran pengeluaran gas
Pemasangan pipa saluran pengeluaran gas dilakukan dengan *seal tape* putih minimum sebanyak 13 (tiga belas) kali lilitan dengan lem PVC yang lambat kering yang dipasang pada *knee* pada tangki pencerna (*digester*).
3. Persyaratan material
- Persyaratan material yang diperlukan untuk membangun unit Biogas adalah sebagai berikut:
- a. Semen
Semen yang digunakan untuk membangun Instalasi Biogas Rumah Tangga tipe kubah tetap dari beton harus semen yang memenuhi persyaratan SNI.

- b. Pasir
Pasir yang digunakan untuk membangun Instalasi Biogas Rumah Tangga tipe kubah tetap dari beton harus pasir kualitas baik dengan kandungan tanah/lumpur kurang dari 5% (lima persen).
- c. Pasangan Batu Bata
Pasangan batu bata yang digunakan untuk membangun Instalasi Biogas Rumah Tangga tipe kubah tetap dari beton harus pasangan bata kualitas lokal terbaik hasil dari pembakaran yang sempurna.
- d. Kerikil
Kerikil yang digunakan untuk membangun Instalasi Biogas Rumah Tangga tipe kubah tetap dari beton harus kerikil batu pecah dengan ukuran 2 cm (dua centimeter) sampai dengan 3 cm (tiga centimeter).
- e. Besi Beton
Besi beton yang digunakan untuk membangun Instalasi Biogas Rumah Tangga tipe kubah tetap dari beton minimal besi ukuran 8 mm (delapan milimeter) dan memenuhi persyaratan SNI.
- f. Pipa
 - 1) pipa saluran pemasukan bahan baku, menggunakan pipa PVC jenis AW;
 - 2) pipa pengeluaran gas, menggunakan pipa besi berlapis galvanis dan memenuhi persyaratan SNI; dan
 - 3) katup utama, terbuat dari material logam tahan karat.
- g. Penambahan peralatan pendukung diperkenankan sesuai kebutuhan.

4. Metode uji

Pengujian terhadap Instalasi Biogas Rumah Tangga tipe kubah tetap dari beton, dilakukan dengan uji kebocoran tangki pencerna (*digester*), dengan metode sebagai berikut:

- a. Metode uji dengan memasukkan udara
Metode uji dengan memasukkan udara dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:
 - 1) Isi air ke dalam tangki pencerna (*digester*) sampai lubang keluaran tertutup;

- 2) Pompa udara ke dalam tangki pencerna (*digester*) melalui saluran pengeluaran gas sampai tekanan manometer uji mencapai 10 cm (sepuluh centimeter) sampai dengan 15 cm (lima belas centimeter) air;
- 3) Diamkan kondisi sebagaimana pada angka 2) selama sekitar 4 (empat) jam;
- 4) Perhatikan kondisi berikut untuk mengetahui hasil uji:

Apabila setelah melewati 4 (empat) jam:

- a) permukaan air dalam manometer uji turun tidak lebih dari 3 cm (tiga centimeter) berarti tidak bocor;
- b) permukaan air dalam manometer uji turun lebih dari 3 cm (tiga centimeter) berarti terdapat kebocoran udara; dan
- c) permukaan air dalam manometer uji turun lebih dari 10 cm (sepuluh centimeter) sampai dengan 15 cm (lima belas centimeter) air berarti terdapat kebocoran air.

b. Metode uji dengan memasukkan asap

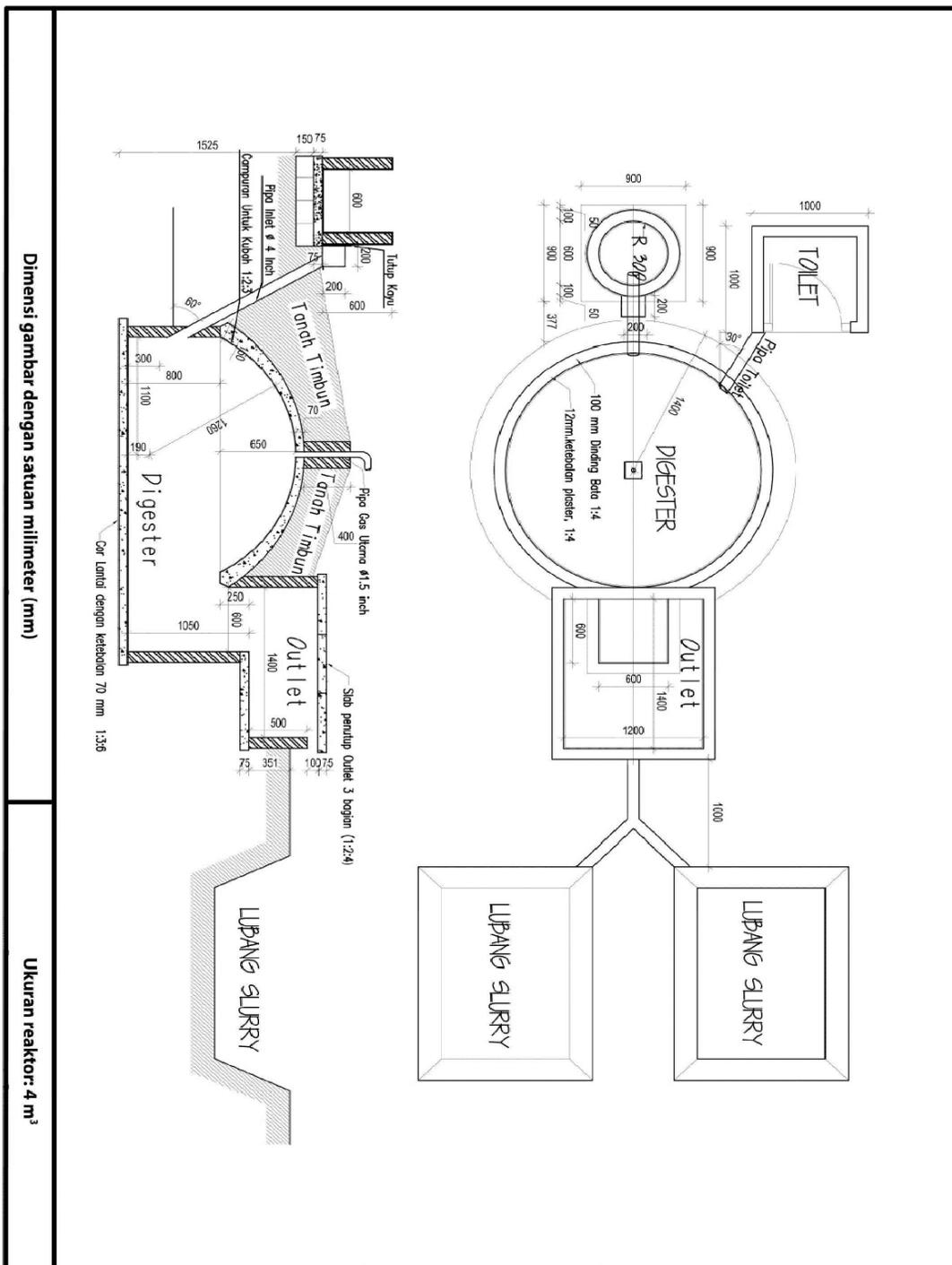
Metode uji dengan memasukkan asap, dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) isi air ke dalam tangki pencerna (*digester*) sampai permukaan air berada pada 15 cm (lima belas centimeter) di bawah lubang *overflow* yang terdapat pada bak penampung keluaran lumpur organik;
- 2) pompa asap ke dalam tangki pencerna (*digester*) melalui pipa pengeluaran gas sampai air keluar dari lubang *overflow*;
- 3) diamkan kondisi sebagaimana dimaksud pada angka 2) selama 24 (dua puluh empat) jam;
- 4) perhatikan kondisi berikut untuk mengetahui hasil uji:

apabila setelah melewati 24 (dua puluh empat) jam:

- a) permukaan air dalam bak penampung keluaran lumpur organik turun tidak lebih dari 4 (empat) cm berarti tidak bocor;

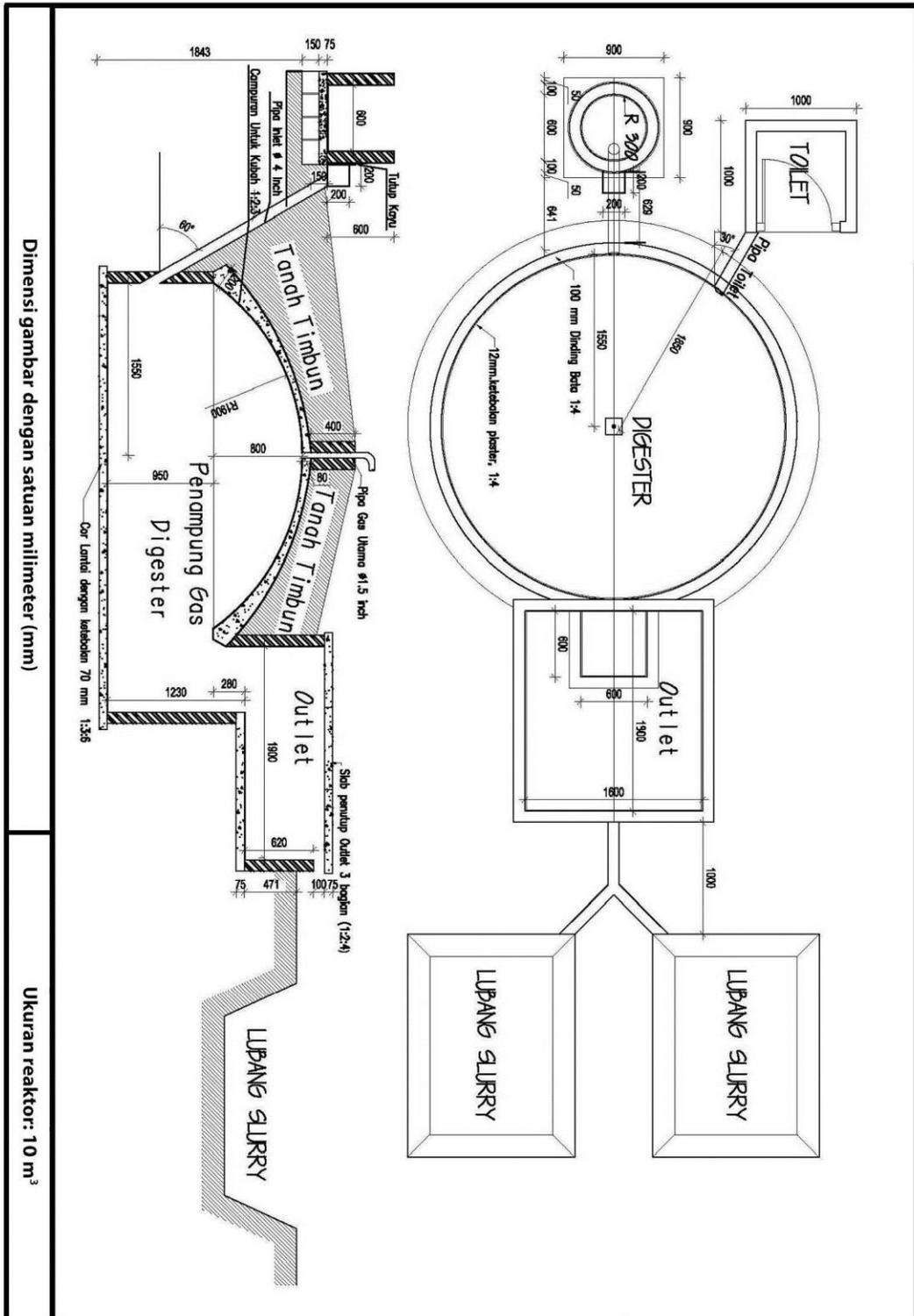
- b) permukaan air dalam bak penampung keluaran lumpur organik turun lebih dari 4 cm (empat centimeter) berarti bocor.
5. Gambar desain Instalasi Biogas Rumah Tangga tipe kubah tetap dari beton.
- Sekalipun gambar-gambar di bawah ini menunjukkan unit penghasil Biogas yang terpasang di bawah tanah, posisi unit penghasil Biogas terhadap permukaan tanah dapat disesuaikan dengan kondisi tanah setempat.



Dimensi gambar dengan satuan milimeter (mm) Ukuran reaktor: 4 m³

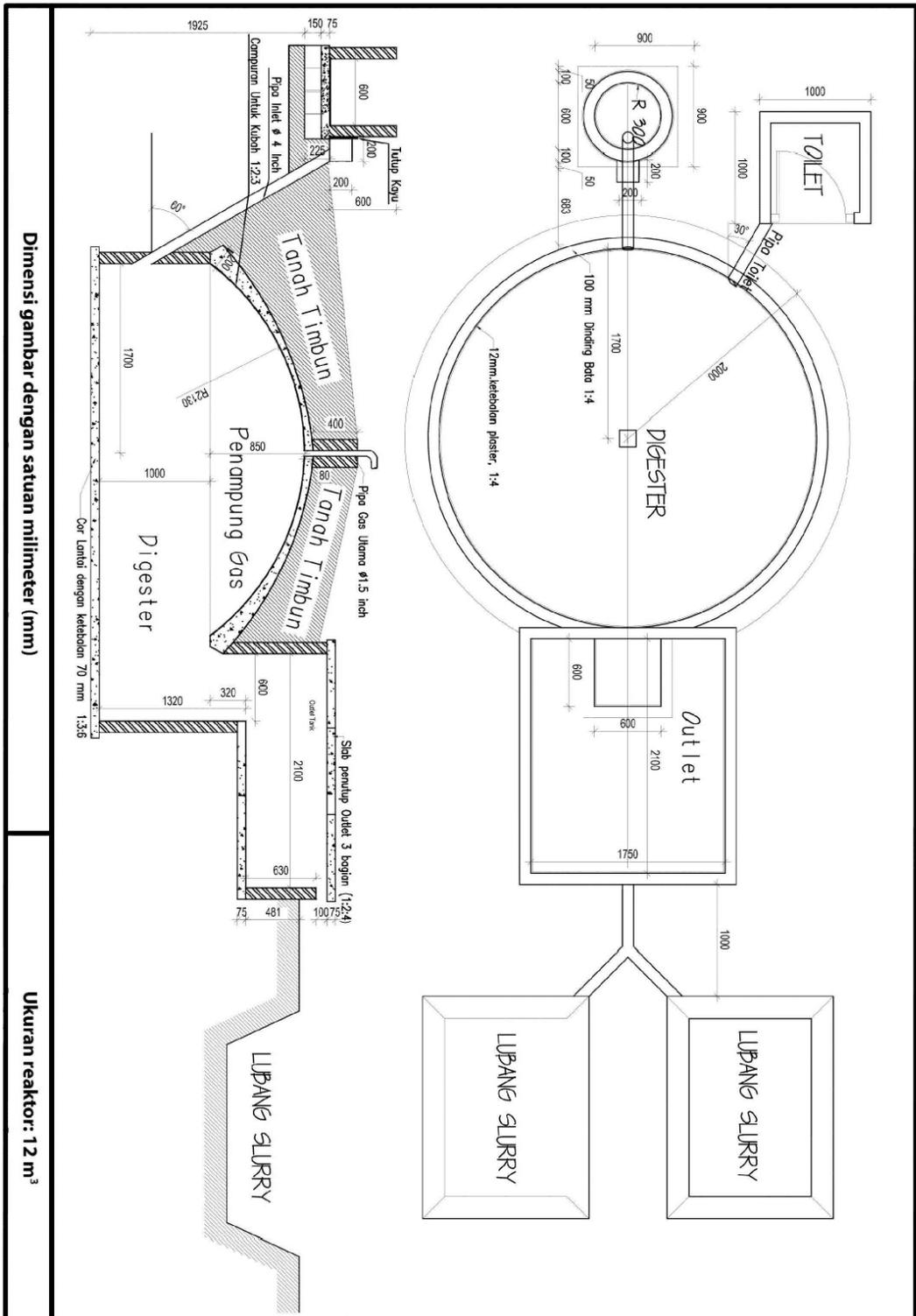
Gambar 2.

Desain Tangki Pencerna (Digester) Tipe Kubah Tetap dari Beton untuk Ukuran 4 m³



Gambar 5.

Desain Tangki Pencerna (*Digester*) Tipe Kubah Tetap dari Beton untuk Ukuran 10 m³



Dimensi gambar dengan satuan milimeter (mm)

Ukuran reaktor: 12 m³

Gambar 6.

Desain Tangki Pencerna (*Digester*) Tipe Kubah Tetap dari Beton untuk Ukuran 12 m³

C. Spesifikasi Teknis untuk Instalasi Biogas Rumah Tangga Tipe Kubah Tetap dari Serat Kaca (*Fiber Glass*):

1. Pembangunan Instalasi Biogas Rumah Tangga tipe kubah tetap dari serat kaca (*fiber glass*) menggunakan material, peralatan dan dimensi material sebagaimana yang dipersyaratkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3.

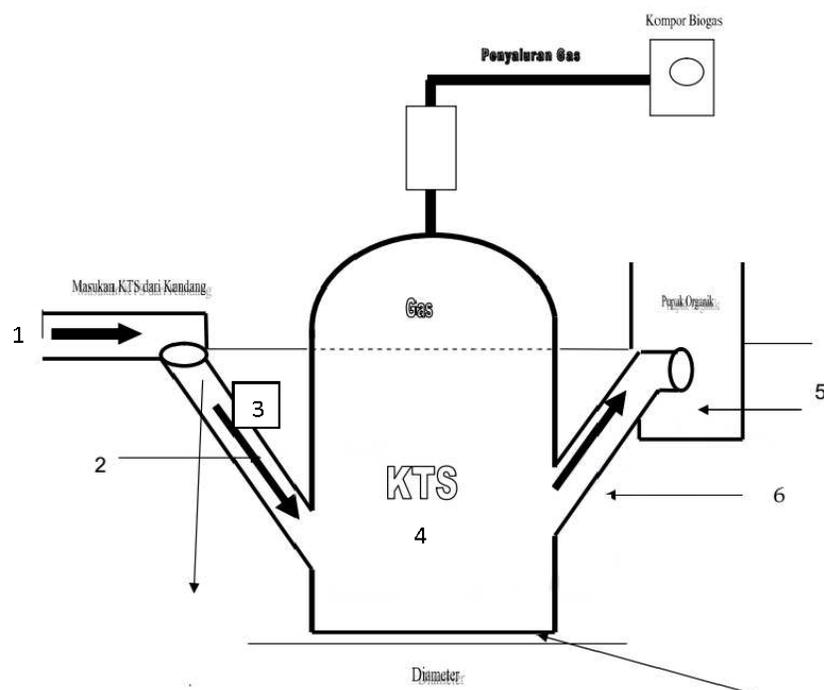
Daftar Peralatan Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga Tipe Kubah Tetap Dari Serat Kaca (*Fiber Glass*)

No.	Item Peralatan	Satuan	Jumlah Material		
			Ukuran Digester		
			7,1 – 20 m ³	5,1 -7,0 m ³	3,0 – 5,0 m ³
	Komponen Alat				
1.	Reaktor (Kubah)	Unit	1	1	1
2.	Bak Inlet+Penutup Bak	Unit	1	1	1
3.	Bak Outlet+Penutup Bak	Unit	1	1	1
4.	Pipa Corong inlet ke reaktor	Unit	1	1	1
5.	Pipa Corong outlet dari reaktor	Unit	1	1	1
6.	Pipa Gas outlet	Unit	1	1	1
7.	Main valve	Unit	1	1	1
8.	Pipa Gas (PVC)	m	60 - 120	40 - 80	20 - 40
9.	Burner kompor	Unit	3 - 6	2 - 3	1 - 2
10.	Lampu Biogas	Unit	3 - 6	2 - 3	1 - 2
11.	Manometer/meter kontrol	Unit	3 - 6	2 - 3	1 - 2
12.	<i>Water Trap</i>	Unit	3 - 4	2	1
13.	Buku panduan	buah/ keluarga	1	1	1

Tabel 4.
Spesifikasi Instalasi Biogas Rumah Tangga Tipe Kubah Tetap
Dari Serat Kaca (*Fiber Glass*)

Spesifikasi	Satuan	Kelas		
		A	B	C
Kapasitas tampung	m ³	7,1 – 20	5,1 -7,0	3,0 – 5,0
Dimensi ruang digester - Tinggi total - Diameter	mm	2.500 – 3.500 2.000 – 2.600	2.300 – 2.500 1.900 – 2.000	2.000 – 2.500 1.500 – 1.700
Diameter a. Lubang pemasukan minimum b. Lubang pengeluaran minimum	cm cm	10 20	10 10	10 10
Tekanan biogas	cm kolom air	120	120	120
Ruang kedap udara a. Tebal dinding b. Kuat Tarik minimum	mm N/mm ²	8,0 – 10 40	4,0 – 9,0 40	4,0 – 5,0 40
Saluran pengeluaran gas a. Diameter luar b. Tebal pipa minimum	mm mm	12,7 ± 0,5 1,2 ± 0,5	12,7 ± 0,5 1,2 ± 0,5	12,7 ± 0,5 1,2 ± 0,5
Volume bak <i>inlet</i> minimum (dengan penutup)	m ³	0,16	0,16	0,16
Volume bak <i>outlet</i> minimum (dengan penutup)	m ³	3,0	2,0	1,0

Catatan : Jaminan yang diberikan oleh produsen paling sedikit 5 (lima) tahun untuk reaktor (*digester*).



Keterangan gambar:

1. Input biomassa
2. Saluran inlet
3. Pipa inlet
4. Ruang cerna biomassa
5. Bak outlet
6. Saluran outlet

Gambar 7.

Contoh Instalasi Biogas Rumah Tangga
Tipe Kubah Tetap Dari Serat Kaca (*Fiber Glass*)

2. Metode uji
 - a. Pengujian terhadap Instalasi Biogas Rumah Tangga tipe kubah tetap dari serat kaca (*fiber glass*), dilakukan dengan peralatan sebagai berikut:
 - 1) manometer;
 - 2) jangka sorong;
 - 3) meteran; dan
 - 4) mesin Tarik.
 - b. Pengujian dilakukan terhadap mutu dan unjuk kerja sebagai berikut:
 - 1) uji verifikasi ukuran panjang, tinggi, dan diameter, dapat diukur dengan meteran;
 - 2) uji verifikasi tebal dinding dan pipa, dapat diukur dengan jangka sorong;

- 3) uji verifikasi diameter dan tebal pipa saluran gas, dapat diukur dengan jangka sorong;
- 4) uji sifat mekanik, sifat mekanik bahan bahan reaktor biogas dapat menahan beban 40 k/cm²; dan
- 5) tekanan gas yang dihasilkan, dapat diukur dengan manometer yang dipasang pada reaktor biogas.

c. Syarat lulus uji

Instalasi Biogas Rumah Tangga tipe kubah tetap dari serat kaca (*fiber glass*) dinyatakan lulus uji apabila memenuhi persyaratan mutu dan spesifikasi sesuai dengan table 4 (spesifikasi reaktor).

D. Spesifikasi Teknis Untuk Kompor Biogas dengan ketentuan sebagai berikut:

1. diameter bukaan injektor (*nozzle*): 2 mm (dua milimeter);
2. bahan bukaan injektor (*nozzle*) terbuat dari aluminium dan kuningan;
3. jumlah *burner single* atau *burner double*;
4. bahan *burner* terbuat dari kuningan (bagian atas *burner cup*) atau aluminium;
5. badan kompor terbuat dari *frame* logam yang kuat dan non korosif;
6. *air regulator* melekat pada kompor;
7. jaminan yang diberikan oleh produsen paling sedikit 1 (satu) tahun disertai dengan kartu jaminan; dan
8. tersedia petunjuk pemakaian.

MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

IGNASIUS JONAN