

# RSNI3

Rancangan-3 Standar Nasional Indonesia

---

## Spesifikasi turbin *crossflow* Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Kelas A dan Kelas B

Rancangan 3 Standar Nasional Indonesia (RSNI-3)  
Hasil kesepakatan dalam Rapat Konsensus pada tanggal 21 Mei 2024  
dengan metode rapat gabungan (Pertemuan fisik dan telekonferensi melalui aplikasi zoom cloud meetings)

Pengguna RSNI ini diminta untuk menginformasikan adanya hak paten dalam dokumen ini, bila diketahui tanpa memberi informasi pendukung lainnya (pemilik paten: bagian yang terkena paten, alamat pemberi paten dan lain lain)



Daftar isi

Daftar isi..... i  
Prakata.....ii  
1. Ruang lingkup..... 1  
2. Acuan normatif ..... 1  
3. Istilah dan definisi ..... 1  
4. Kriteria desain turbin ..... 2  
5. Spesifikasi turbin ..... 4  
Lampiran A ..... 8  
Lampiran B ..... 11  
Bibliografi ..... 12

Rancangan 3 Standar Nasional Indonesia (RSNI-3)  
Hasil kesepakatan dalam Rapat Konsensus pada tanggal 21 Mei 2024  
dengan metode rapat gabungan (Pertemuan fisik dan telekonferensi melalui aplikasi zoom cloud meetings)

## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) 7932:2024 dengan judul “**Spesifikasi turbin crossflow Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Kelas A dan Kelas B**” merupakan standar revisi dari SNI 7932:2019, “Spesifikasi Turbin *Crossflow* PLTMH Kelas A” yang dalam bahasa Inggris berjudul *Specification of Crossflow Turbine for Micro Hydropower Plant Class A and Class B*. Standar ini disusun dengan jalur pengembangan sendiri dalam rangka penambahan ruang lingkup sesuai dengan kebutuhan pengguna standar.

Standar ini bertujuan untuk memberikan acuan bagi kalangan profesional, praktisi, akademisi, pemerintah dan masyarakat tentang spesifikasi teknis turbin *crossflow* yang digunakan dalam pengembangan PLTMH kelas A dan kelas B. Perubahan pada SNI ini meliputi penambahan ruang lingkup turbin *crossflow* kelas B yang memiliki daya lebih besar daripada 100 kW sampai dengan 200 kW.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 27-03 Aneka Energi Baru dan Energi Terbarukan sesuai prosedur perumusan standar dan telah melalui Rapat Konsensus di Bandung pada tanggal 21 Mei 2024 yang dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholder*) terkait yaitu perwakilan dari pelaku usaha, konsumen, pakar dan pemerintah. Standar ini telah melalui tahap konsensus dan jajak pendapat pada tanggal ..... sampai dengan ..... dengan hasil disetujui menjadi SNI.

Beberapa istilah teknis dalam standar ini tetap ditulis dalam Bahasa Inggris untuk memudahkan pengguna standar. Komite Teknis 27-03 Aneka Energi Baru dan Energi Terbarukan belum menemukan padanan kata yang sesuai dengan kamus besar Bahasa Indonesia saat standar ini disusun.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari dokumen standar ini dapat berupa hak paten. Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggungjawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak paten yang ada.

## Spesifikasi turbin *crossflow* Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) kelas A dan kelas B

### 1. Ruang lingkup

Standar ini menetapkan spesifikasi turbin *crossflow* untuk PLTMH kelas A dan kelas B. Panduan ini meliputi: konstruksi turbin, spesifikasi turbin, material, pengecatan, persyaratan unjuk kerja turbin *crossflow*, dan syarat penandaan serta lampiran yang bersifat informatif. Standar ini dapat dipergunakan untuk keperluan pembuatan studi kelayakan maupun perancangan PLTMH kelas A dan kelas B.

### 2. Acuan normatif

Dokumen acuan berikut sangat diperlukan untuk penerapan dokumen ini. Untuk acuan bertanggal, hanya edisi yang disebutkan yang berlaku. Untuk acuan tidak bertanggal, berlaku edisi terakhir dari dokumen tersebut (termasuk seluruh perubahan atau amandemennya).

SNI 6764, *Spesifikasi baja karbon struktural*

SNI 8277, *Panduan komisioning Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)*

SNI 8498, *Prosedur uji keberterimaan pabrikasi turbin air untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)*

SNI IEC 60193, *Turbin Hidrolik, Pompa Tandon dan Turbin – Pompa – Uji Keberterimaan Model*

SNI IEC 62256, *Turbin hidrolik, pompa tandon dan turbin-pompa – Rehabilitasi dan peningkatan kinerja*

ISO 21940-11, *Mechanical Vibration – Balance quality requirements for rotors in a constant (rigid) state – Part 1: Specification and verification of balance tolerances*

### 3. Istilah dan definisi

#### 3.1

##### **casing turbin**

bagian turbin yang mengkondisikan aliran air dari *inlet* menuju *runner* untuk menghasilkan energi mekanik poros turbin dan berfungsi juga sebagai rangka tumpuan *bearing* poros *runner* dan sudu pengarah, untuk melindungi *runner* turbin dari lingkungan sekitar

#### 3.2

##### **daya mekanik**

daya pada poros turbin

#### 3.3

##### **debit**

volume air dalam penampang basah per satuan waktu yang mengalir melalui saluran air

**3.4****efisiensi turbin**

perbandingan daya mekanik poros turbin terhadap daya hidrolik yang dinyatakan dalam persen

**3.5****head gross**

jarak vertikal antara permukaan air pada bak penenang dengan sumbu *runner*

**3.6****kurva karakteristik turbin**

diagram yang menyatakan hubungan antara berbagai besaran unjuk kerja turbin yang meliputi efisiensi, debit, *head gross*, putaran turbin dan daya mekanik, yang menggambarkan karakteristik unjuk kerja turbin

**3.7****runner**

bagian turbin yang berputar oleh daya kinetik air yang melintas dan/atau menumbuk sudu

**3.8****sudu pengarah**

sudu yang mengarahkan aliran air ke sudu *runner* dan mengatur debit air yang masuk ke *runner* sehingga turbin mendapatkan energi yang efektif

**3.9****sudu runner**

bagian dari *runner* yang berbentuk sudu lengkung dan berfungsi mengubah daya hidrolik menjadi daya mekanik

**3.10****sumbu runner**

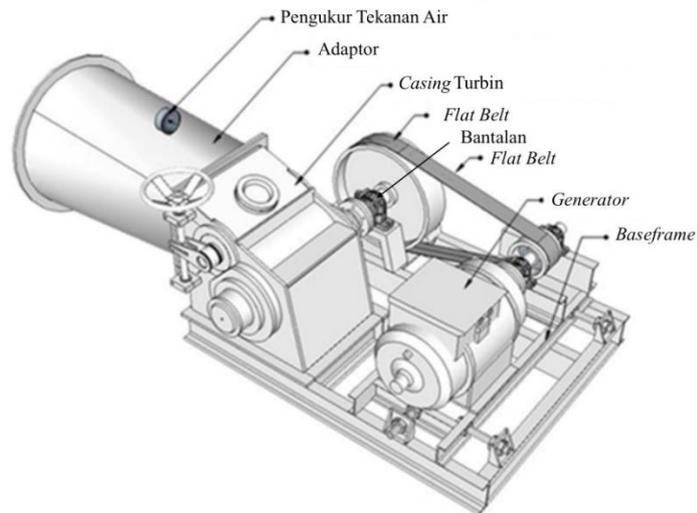
garis khayal horizontal yang melalui titik tengah poros *runner*

**3.11****turbin air *crossflow***

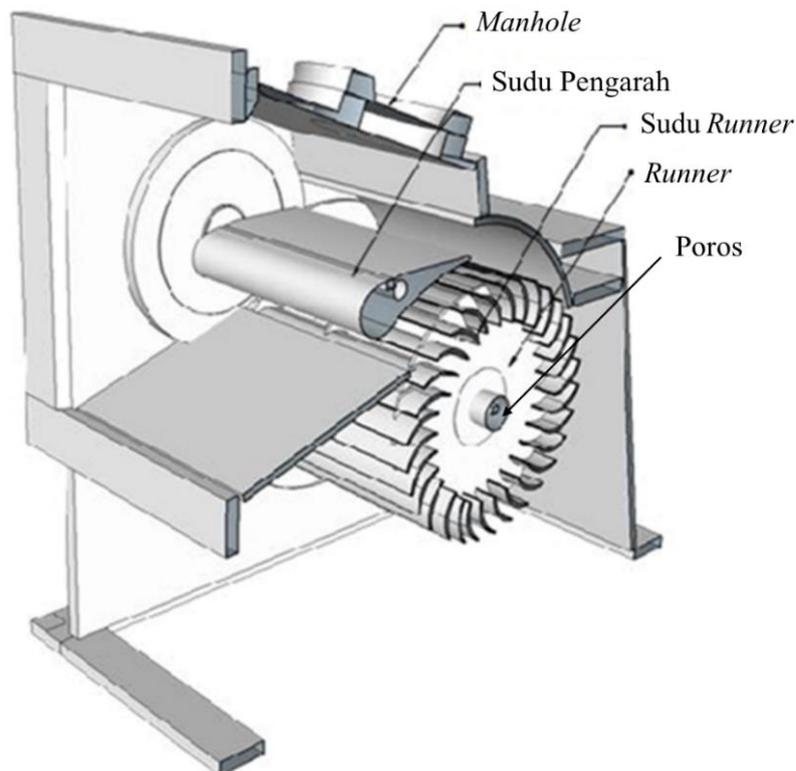
suatu alat yang berfungsi mengubah energi kinetik air menjadi energi mekanik berupa putaran poros, air mengalir di antara sudu-sudu pada sisi *runner* secara melintang dan keluar di sisi yang berlawanan

**4. Kriteria desain turbin****4.1 Umum**

PLTMH kelas A memiliki daya listrik lebih besar daripada 5 kW sampai dengan 100 kW dan kelas B memiliki daya listrik lebih besar daripada 100 kW sampai dengan 200 kW. Konstruksi PLTMH kelas A dan kelas B dapat menggunakan berbagai jenis turbin, salah satunya adalah turbin *crossflow*. Turbin *crossflow* memiliki bagian-bagian utama yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1 — Contoh konstruksi turbin *crossflow* tampak luar



Gambar 2 — Contoh konstruksi turbin *crossflow* tampak dalam

#### 4.2 Runner

Spesifikasi desain *runner* adalah sebagai berikut:

- Usia kerja *runner* dirancang minimal 5 (lima) tahun dengan spesifikasi material *runner* sesuai Tabel 1.
- Dimensi profil sudu didesain sesuai *head* desain dan debit desain.

### 4.3 Poros

Spesifikasi desain poros dirancang pada usia kerja minimal 20 (dua puluh) tahun menggunakan material sesuai ketentuan pada Tabel 1.

### 4.4 Bantalan (*bearing*)

Spesifikasi desain *bearing* memiliki usia kerja minimal 10 (sepuluh) tahun. *Bearing* yang digunakan harus *spherical roller bearing*.

### 4.5 Sudu pengarah

Spesifikasi desain sudu pengarah adalah sebagai berikut:

- Memiliki dimensi profil untuk meningkatkan kinerja.
- Sudu pengarah harus tahan terhadap beban statis (saat tidak ada aliran air) dan beban dinamis (saat ada aliran air).

### 4.6 *Casing* turbin

Spesifikasi desain *casing* turbin adalah sebagai berikut:

- Dirancang untuk dapat beroperasi minimal sampai dengan 20 (dua puluh) tahun.
- Mampu menahan tekanan air agar tidak bocor.
- Mampu melindungi komponen-komponen internal dari pengaruh eksternal.
- Casing* turbin menggunakan material sesuai Tabel 1.

### 4.7 Transmisi mekanik

Transmisi mekanik pada turbin *crossflow* kelas A dan kelas B dapat menggunakan *pulley* dan *belt* atau *direct coupling*.

## 5. Spesifikasi turbin

### 5.1 Material *casing* turbin, *runner*, poros, sudu pengarah

Material komponen turbin *crossflow* harus memenuhi kriteria desain. Semua material yang digunakan harus baru serta terbebas dari karat dan cacat. Komponen dari bahan cor harus homogen dan distorsi pengecoran tidak ditutupi. Material logam menggunakan baja struktur yang mampu las. Spesifikasi teknis material harus dibuktikan dengan faktur pembelian dan *mill test certificate* atau sertifikat pengujian material. Jenis material yang disarankan untuk tiap komponen dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1 – Spesifikasi minimal material komponen turbin *crossflow***

Nama Komponen	Jenis Material
<i>Casing</i> Turbin	Baja sesuai SNI 6764
Poros	
<i>Runner</i>	
Sudu Pengarah	

### 5.2 Pabrikasi

Perusahaan manufaktur atau *workshop* harus melakukan pabrikasi sesuai dengan desain/gambar kerja. Proses manufaktur dilakukan pada industri/*workshop* dengan fasilitas yang memadai serta tenaga kerja yang kompeten. Kegiatan inspeksi pada proses manufaktur

dilakukan sesuai dengan prosedur yang berlaku. Contoh pabrikasi dapat dilihat pada Lampiran A.

### 5.3 Pengelasan

Pengelasan harus memperhatikan pengaruh panas terhadap perubahan bentuk dan sifat metalurgi logam. Pengelasan turbin *crossflow* kelas B dilengkapi dengan *Welding Procedure Specification* (WPS) dan *Procedure Qualification Record* (PQR). Mutu hasil pengelasan harus dapat dibuktikan minimal dengan menggunakan pemeriksaan secara visual dan *Non-Destructive Test* (NDT).

Mutu hasil pengelasan harus terbebas dari cacat seperti:

- a. Porositas (*porosity*) baik pada permukaan atas maupun di permukaan bawah.
- b. Pengerukan (*undercut*).
- c. Inklusi slag (*slag inclusion*)/tungsten/material asing.
- d. Percikan las terlalu banyak (*over splatter*).
- e. Penetrasi/penembusan kurang sempurna (*incomplete penetration*).
- f. Perpaduan tidak sempurna (*incomplete fusion*).
- g. Pengerutan benda kerja (*distortion*).
- h. Retak manik (*crack*).

Benda kerja yang telah melewati proses pengelasan harus melalui proses *stress release* (*post weld heat treatment* atau PWHT).

### 5.4 Perakitan

Ketentuan perakitan turbin *crossflow* kelas A dan kelas B adalah sebagai berikut:

- a. Desain setiap komponen harus mempertimbangkan kemudahan untuk proses perakitan, pemeriksaan berkala, pemeliharaan, perbaikan, pembongkaran, dan penggantian subkomponen di masa yang akan datang.
- b. Perlu memperhatikan akses masuk ke dalam rumah pembangkit (*power house*) agar mobilisasi komponen/mesin pembangkit dapat dilaksanakan dengan mudah, cepat, dan aman.
- c. Komponen turbin, transmisi mekanik, dan generator dirakit pada satu *base frame* (lihat Gambar 1).
- d. *Base frame* harus memberikan toleransi kerataan, kesejajaran, dan kemudahan untuk melakukan *aligning* terhadap komponen yang tersusun di atasnya maupun terhadap angkur yang tertanam pada pondasi.
- e. *Base frame* harus cukup kuat menahan beban dinamik. Minimal ketebalan material *base frame* disesuaikan dengan desain.
- f. Penggunaan jenis dan jumlah baut harus memperhitungkan beban yang terjadi pada setiap komponen agar memenuhi faktor keamanan dan dikencangkan sesuai dengan nilai torsi yang telah ditentukan.
- g. Proses dan nilai parameter kritis yang diimplementasikan selama perakitan sebaiknya dicatat dalam dokumen laporan manufaktur. Contoh daftar periksa pada dokumen laporan manufaktur dapat dilihat pada Lampiran B.
- h. Turbin harus dilakukan uji kering dan uji basah sesuai dengan SNI 8498.

### 5.5 Balancing

Komponen berputar harus lolos uji minimal *static balancing* untuk kelas A dan *dynamic balancing* untuk kelas B. Uji *balancing* menggunakan standar ISO 21940-11.

## 5.6 Perlindungan sementara selama pengiriman dan penyimpanan

Selama proses pengiriman dan penyimpanan, komponen turbin harus diberikan perlindungan dari gangguan lingkungan sekitar dengan cara sebagai berikut:

- Permukaan *runner*, poros, dan sudu pengarah dilumuri bahan yang dapat menghambat korosi namun tidak merusak *seal* karet.
- Komponen mur, baut, *ring*, dan komponen kecil lainnya dilumuri gemuk (*grease*) dan dilapisi kertas tahan air.
- Bagian luar turbin dibungkus dengan plastik untuk menahan air dan goresan.
- Turbin dikemas dalam peti, menggunakan bantalan kayu atau karet, atau bahan sejenisnya untuk melindungi turbin terhadap benturan selama pengangkutan.

## 5.7 Pengecatan *casing* turbin

Tahapan dalam proses pengecatan *casing* turbin antara lain:

- Permukaan yang akan dilapisi cat anti karat harus bersih dari karat, lemak, dan kotoran lainnya yang berpengaruh terhadap pelekatan bahan cat.
- Pembersihan permukaan logam tidak boleh menggunakan bahan kimia (*rust remover*) yang akan merusak sifat metalurgi permukaan logam.
- Pengecatan bagian dalam *casing* turbin yang kena air, minimal dilakukan tiga lapis cat anti karat. Permukaan luar *casing* turbin menggunakan cat *top coating* yang tahan terhadap gemuk (*grease*) dan pelumas.

## 6. Persyaratan dan keberterimaan turbin

### 6.1 Umum

Sebelum komponen turbin dikirim ke lokasi pemasangan, harus dilakukan pemeriksaan dokumen hasil uji keberterimaan yang terdiri dari uji pengelasan, uji *balancing* untuk mendeteksi ketidakseimbangan massa berputar, uji kering untuk memeriksa komponen bergerak pada sistem yang terpasang, dan uji basah untuk melihat kebocoran pada *casing* turbin.

### 6.2 Efisiensi turbin dan kapasitas PLTMH

Ketentuan terkait efisiensi turbin dan kapasitas PLTMH adalah sebagai berikut:

- Efisiensi turbin untuk kelas A minimal 60% dan kelas B minimal 70% pada *head* desain dan debit yang tercantum pada label penandaan turbin atau sesuai dengan kurva karakteristik turbin dari *model acceptance test* sesuai SNI IEC 60193 dan/atau hasil simulasi *computational fluid dynamics* (CFD) sesuai SNI IEC 62256.
- Uji kapasitas PLTMH dilakukan sesuai SNI 8277. Hasil uji harus sesuai dengan kapasitas pembangkit yang tercantum pada label penandaan turbin dan setiap alat ukur pengujian yang digunakan harus terkalibrasi dengan baik.
- Pabrikan turbin harus memberikan jaminan mutu/garansi efisiensi sesuai *model acceptance test* kepada pengguna ketika turbin sudah dipasang di lapangan.

### 6.3 Uji individual

Celah antara komponen peralatan (turbin dengan *casing* turbin, poros dengan *seal* dan *bearing*, sudu pengarah dengan *casing* turbin, penutupan katup *inlet*, *backlash* pada sistem kontrol, dan peralatan lainnya) sesuai dengan spesifikasi teknis yang disepakati. Setiap mekanisme komponen (mekanisme buka/tutup katup *inlet*, mekanisme buka/tutup sudu pengarah, mekanisme kontrol dan proteksi, putaran *runner*, putaran transmisi, dan putaran

generator) harus memiliki pergerakan yang halus, ringan tanpa hambatan, dan sesuai dengan spesifikasi teknis.

## 7. Penandaan

Setiap turbin *crossflow* harus diberi penandaan (*name plate*) yang permanen pada *casing* turbin. Isi penandaan pada turbin adalah seperti Gambar 3.

Merek	:	
Model / tipe	:	/crossflow
No. Seri	:	
Pembuat	:	
Tahun produksi	:	
Diameter <i>runner</i>	:	mm
Lebar <i>runner</i>	:	mm
Putaran <i>runner</i>	:	rpm
<i>Head</i> desain	:	m
Debit desain	:	m <sup>3</sup> /s
Daya mekanik turbin	:	kW
Efisiensi maksimum turbin	:	%

**Gambar 3 — Contoh penandaan (*name plate*) turbin *crossflow***

## Lampiran A (informatif) Pabrikasi turbin air *crossflow*

### A.1 *Runner*

#### A.1.1 Sudu *runner*

Sudu *runner* memiliki profil tertentu untuk menghasilkan torsi putaran yang tepat dari kecepatan aliran air. Sudu *runner* dapat dibuat menggunakan material sesuai dengan SNI 6764. Selain itu, sudu *runner* juga dapat dibuat menggunakan material plat yang dibengkokkan hingga radius tertentu. Selanjutnya, plat yang sudah dipotong dapat menjalani proses pemesinan menggunakan mesin *milling* manual atau mesin *Computer Numerical Control (CNC) milling* hingga didapat profil yang tepat.

#### A.1.2 Disc sampung *runner*

*Disc* sampung *runner* dapat menggunakan plat dengan ketebalan minimal yang setara dengan *mild steel* sesuai dengan SNI 6764. *Disc* sampung harus memiliki kontur dudukan sudu *runner* yang tepat, oleh karena itu diperlukan penggunaan alat potong presisi seperti mesin CNC *laser cutting*. Pengelasan terhadap sudu *runner* pada *disc* sampung harus dilakukan dengan baik agar terhindar dari deformasi selama pengerjaan.

#### A.1.3 Disc tengah *runner*

*Disc* tengah *runner* menggunakan plat *mild steel* sesuai dengan SNI 6764 dan memiliki dimensi diameter sedikit lebih kecil dari *disc* sampung. *Disc* tengah harus memiliki kontur dudukan sudu *runner* yang tepat, oleh karena itu diperlukan penggunaan alat potong presisi seperti mesin CNC *laser cutting*. Pengelasan terhadap sudu *runner* pada *disc* tengah harus dilakukan dengan baik agar terhindar dari deformasi selama pengerjaan.

#### A.1.4 Poros dalam *runner*

Poros dalam *runner* memiliki dimensi tertentu untuk memastikan turbin memiliki efisiensi optimal dengan ketentuan dari masing-masing pabrikan. Diameter dan material poros dalam *runner* harus mempertimbangkan arah aliran air dalam *runner*. Pada beberapa kasus, poros dapat menghambat arah aliran air dalam *runner* sehingga mempengaruhi efisiensi *runner*.

#### A.1.5 Poros turbin

Ukuran poros turbin menyesuaikan dengan torsi yang dihasilkan oleh *runner* dengan material sesuai dengan SNI 6764 yang memiliki kemampuan las baik. Pengelasan *disc* dengan poros harus diperhatikan secara lebih saksama agar terhindar dari cacat pengelasan.

#### A.1.6 Pengelasan *runner*

Setelah proses pengelasan dan pemeriksaan, *runner* akan menjalani proses bubut untuk mendapat dimensi akhir sesuai dengan gambar kerja. Selanjutnya, proses *balancing* dilakukan sesuai dengan standar dimensi, bobot, dan putaran desain *runner*.

## A.2 *Bearing* dan rumah *bearing*

### A.2.1 *Bearing*

*Bearing* minimal harus *spherical roller bearing* sesuai dengan beban dan putaran dari *runner*.

### A.2.2 Rumah *Bearing*

Rumah *bearing* dapat menggunakan material pejal. Komponen ini dapat dibuat dengan proses bubut dan *drilling* atau proses *milling*.

### A.2.3 *Flange*

*Flange* dapat menggunakan plat baja dengan spesifikasi material minimal yang setara dengan *mild steel* sesuai dengan SNI 6764. Komponen ini dapat dibuat menggunakan proses bubut dan *drilling*. *Flange* biasanya dilengkapi juga dengan *seal* poros tambahan. *Flange* harus memiliki dimensi presisi agar dapat dipasang dengan tepat pada *casing* turbin tanpa kebocoran.

### A.2.4 *Labyrinth seal* dan *o-ring*

*Labyrinth seal* dapat menggunakan plat dengan spesifikasi material minimal yang setara dengan *mild steel*, perunggu, atau bahan teflon. Komponen ini dapat dibuat menggunakan proses bubut dan *drilling*.

## A.3 *Pulley* dan *belt*

### A.3.1 *Pulley*

Diameter *pulley* harus dipastikan memiliki rasio yang tepat antara kebutuhan putaran optimal *runner* dengan kebutuhan putaran desain generator. *Runner* berkapasitas besar sebaiknya menggunakan koping dan *bearing* tambahan yang terpisah dari poros *runner*. *Pulley* harus dilakukan *balancing* sesuai dengan standar dimensi, bobot, dan putaran desain.

### A.3.2 *Belt*

Lebar dan material *belt* harus dipastikan sesuai dengan kapasitas turbin.

## A.4 Sudu pengarah

### A.4.1 Pengatur sudu pengarah

Pengatur sudu pengarah harus mudah dioperasikan, memiliki gerakan yang halus dan ringan, serta memiliki *backlash* sesuai dengan toleransi yang diizinkan.

### A.4.2 Sudu pengarah

Kontur pada sudu pengarah menentukan kecepatan dan ketepatan arah aliran. Kontur tersebut juga memastikan sudu pengarah menutup sempurna sehingga terhindar dari kebocoran saat unit berhenti. Material sudu pengarah minimal setara dengan *mild steel* sesuai dengan SNI 6764. Komponen dapat dibuat dengan material pejal yang diproses menggunakan mesin *milling* dan mesin bubut.

#### A.4.3 Bushing

*Bushing* harus dilengkapi dengan sistem *seal* poros bisa dalam bentuk *o-ring* dengan dua hingga tiga lapis untuk memastikan terhindar dari kebocoran poros sudu pengarah.

#### A.4.4 Casing turbin

Casing turbin harus mampu menahan beban tekanan yang besar dari air sehingga harus kaku dan terpasang pada pondasi dengan kokoh. Komponen ini harus memiliki dimensi yang akurat karena harus dapat terakit dengan komponen lain secara presisi. Kegagalan manufaktur untuk memenuhi toleransi desain akan mengakibatkan operasional sudu pengarah terasa berat, kebocoran, dan turunnya efisiensi turbin. Material casing turbin minimal setara dengan mild steel sesuai dengan SNI 6764.

**Lampiran B  
(informatif)  
Dokumen laporan manufaktur**

No.	Checklist Ketersediaan Data Manufaktur	Keterangan
1.	<i>As built drawing</i>	<input type="checkbox"/>
2.	Celah/ <i>clearance</i>	<input type="checkbox"/>
3.	Sudut (bukaan sudu pengarah)	<input type="checkbox"/>
4.	Torsi pengencangan baut	<input type="checkbox"/>
5.	Ketebalan material	<input type="checkbox"/>
6.	Defleksi poros shaft	<input type="checkbox"/>
7.	Pengukuran dimensi pengukuran	<input type="checkbox"/>
8.	Deviasi pengukuran dimensi	<input type="checkbox"/>
9.	Kekasaran permukaan	<input type="checkbox"/>
10.	Kerataan permukaan	<input type="checkbox"/>
11.	Alignment	<input type="checkbox"/>
12.	Temperatur oli, bearing,	<input type="checkbox"/>
13.	Level oli	<input type="checkbox"/>
14.	Tekanan oli	<input type="checkbox"/>
15.	Vibrasi	<input type="checkbox"/>
16.	Unbalance	<input type="checkbox"/>
17.	<i>Closing speed</i> sudu pengarah	<input type="checkbox"/>
18.	<i>Chemical composition test</i> material	<input type="checkbox"/>
19.	<i>Mill certificate test</i> material	<input type="checkbox"/>
20.	Uji tarik material	<input type="checkbox"/>

## Bibliografi

- [1] SNI 8396-2019, *Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air.*
- [2] SNI ISO 12944-5, *Cat dan pernis – Proteksi struktur baja dari korosi dengan sistem pengecatan protektif - Bagian 5: Sistem pengecatan protektif*
- [3] SNI IEC 62006:2013, *Mesin hidrolik - Uji keberterimaan instalasi pembangkit listrik tenaga air skala kecil*
- [4] ISO 15, *Rolling bearings — Radial bearings — Boundary dimensions, general plan*
- [5] ISO 22, *Belt drives - Flat transmission belts and corresponding pulleys - Dimensions and tolerances*
- [6] ISO 492, *Rolling bearings — Radial bearings — Geometrical product specifications (GPS) and tolerance values*
- [7] ISO 1101, *Geometrical product specifications (GPS) — Geometrical tolerancing — Tolerances of form, orientation, location and run-out*
- [8] ISO 5753-1, *Rolling bearings — Internal clearance — Part 1: Radial internal clearance for radial bearings*
- [9] ISO 15609-1, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure specification – Part 1: Arc welding*
- [10] ISO 15614-1, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure test – Part 1: Arc and gas welding of steels and arc welding of nickel and nickel alloys*
- [11] HARVEY, Adam. *Micro-hydro design manual: A guide to small-scale water power schemes.* London: Intermediate Technology Publications, 1993
- [12] *Manual and Guidelines for Micro-hydropower Development in Rural Electrification Volume I: MHP-1 Manual for Design, Implementation and Management for Micro-hydropower.* 2009. Departement of Energy Utilization Management Bureau.

**Informasi pendukung terkait perumus standar**

**[1] Komtek/SubKomtek perumus SNI**

Komite Teknis 27-03 Aneka Energi Baru dan Energi Terbarukan

**[2] Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI**

Ketua : Indra Djodikusumo  
Wakil Ketua : Aris Sudarto  
Sekretaris : Nono Suprayetno  
Anggota : 1. Sentanu Hindrakuksoma  
2. Fachri Koeshardono  
3. Yanda Prakasa  
4. Nanang Hamdani Basnawi  
5. Djoko Susanto  
6. Rega Yonda Hanifi  
7. Resmon Sipahutar  
8. Aditya Sage Pamungkas

**[3] Konseptor rancangan SNI**

1. Indra Djodikusumo  
2. Aris Sudarto  
3. Sentanu Hindrakuksoma  
4. Fachri Koeshardono  
5. Yanda Prakasa  
6. Nanang Hamdani Basnawi  
7. Djoko Susanto  
8. Rega Yonda Hanifi  
9. Aditya Sage Pamungkas  
10. Nono Suprayetno  
11. Resmon Sipahutar  
12. Hanny Berchmans

**[4] Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI**

Direktorat Aneka Energi Baru dan Energi Terbarukan  
Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi  
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral