

RSNI3

RSNI3 IEC TS 61400-14:2005
(Ditetapkan Oleh BSN Tahun 2024)

Rancangan Standar Nasional Indonesia 3

Turbin angin – Bagian 14: Pernyataan level daya suara semu dan nilai nada suara

(IEC TS 61400-14:2005, IDT)

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
Pendahuluan	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi.....	1
4 Umum.....	2
5 Pernyataan	2
5.1 Pernyataan level daya suara semu turbin angin	2
5.2 Pernyataan nada suara.....	3
6 Informasi yang akan dilaporkan.....	3
Lampiran A (informatif) Metode perhitungan level daya suara semu ke ketinggian naf yang lain.....	4
Lampiran B (normatif) Pengaruh turbin dan karakteristik lokasi pada kinerja akustik	6

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) IEC TS 61400-14:2005, *Turbin angin – Bagian 14: Pernyataan level daya suara semu dan nilai nada suara*, merupakan standar yang disusun dengan jalur adopsi tingkat keselarasan identik dari IEC TS 61400-14:2005, *Wind turbines – Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values* dengan metode terjemahan satu bahasa dan ditetapkan oleh BSN tahun 2024.

Dalam standar ini istilah *“this part of IEC 61400”* pada standar 61400-14:2005 yang diadopsi diterjemahkan dengan “standar ini”.

Terdapat standar IEC yang menjadi acuan normatif yaitu *IEC 61400-11:2002, Wind turbines – Part 11: Acoustic noise measurement techniques* telah digantikan menjadi *IEC 61400-11:2012 Wind turbines - Part 11: Acoustic noise measurement techniques* dan telah diadopsi identik menjadi SNI IEC 61400-11:2012, *Turbin angin – Bagian 11: Teknik pengukuran kebisingan akustik*.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 27-09, Energi Angin dengan tujuan meningkatkan mutu dan kuantitas standar pembangkit bidang energi baru dan energi terbarukan di Indonesia. Standar ini telah dikonsensuskan di Bogor secara luring dan daring, pada tanggal 13 Juni 2024. Konsensus tersebut dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholder*) terkait, yaitu perwakilan dari pelaku usaha, konsumen, pakar, dan pemerintah.

Standar ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 3 Juli 2024 sampai dengan 17 Juli 2024, dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam standar ini, maka disarankan melihat pada standar aslinya yaitu IEC 61400-14:2005, *Wind turbines – Part 14 Declaration of apparent sound power level and tonality values* dan/atau dokumen terkait lain yang menyertai.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari Standar ini dapat berupa hak kekayaan intelektual (HAKI). Namun selama proses perumusan SNI, Badan Standardisasi Nasional telah memperhatikan penyelesaian terhadap kemungkinan adanya HAKI terkait substansi SNI. Apabila setelah penetapan SNI masih terdapat permasalahan terkait HAKI, Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab mengenai bukti, validitas, dan ruang lingkup dari HAKI tersebut.

Pendahuluan

Informasi mengenai level daya suara semu dan nada suara turbin angin diperlukan oleh perencana, produsen dan pihak berwenang. Saat ini, spesifikasi kebisingan turbin angin cenderung didasarkan pada hasil pengukuran dari satu turbin dengan merek dan model tertentu, dan ini kemudian dianggap mewakili turbin secara keseluruhan. Jelas, hal ini tidak mungkin terjadi, karena akan ada variasi individual antara turbin yang berbeda. Tujuan dari spesifikasi teknis ini adalah untuk menentukan nilai emisi kebisingan yang dinyatakan dari sampel turbin dengan tipe yang sama. Pernyataan ini akan meningkatkan keandalan perencanaan pembangkit listrik tenaga bayu dan memfasilitasi perbandingan level daya suara semu dan nilai nada suara dari berbagai jenis turbin angin.

Turbin angin – Bagian 14: Pernyataan level daya suara semu dan nilai nada suara

1 Ruang lingkup

Standar ini memberikan panduan untuk menyatakan level daya suara semu dan nada suara dari sekelompok turbin angin. Prosedur pengukuran level daya suara semu dan nada suara didefinisikan pada IEC 61400-11.

2 Acuan normatif

Dokumen acuan berikut dalam teks sedemikian sehingga sebagian atau seluruh isinya berisi persyaratan dokumen ini, Untuk acuan bertanggal, yang berlaku hanya edisi yang dikutip. Untuk acuan tak bertanggal, berlaku edisi terakhir dari dokumen yang diacu (termasuk amandemen):

IEC 61400-11:2002, *Wind turbines – Part 11: Acoustic noise measurement techniques*

ISO 4871:1996, *Acoustics – Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment*

ISO 7574 (all parts), *Acoustics – Statistical methods for determining and verifying stated noise emission values of machinery and equipment*

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan dokumen ini, berlaku istilah dan definisi berikut.

3.1

deviasi standar keberulangan produksi σ_R

deviasi standar nilai emisi kebisingan yang diperoleh pada kondisi keberulangan produksi, diantaranya penerapan metode pengukuran emisi kebisingan yang sama secara berulang-ulang pada turbin angin yang sama namun pada waktu dan kondisi berbeda (arah angin berbeda, personel berbeda, peralatan berbeda)

3.2

deviasi standar produksi σ_P

deviasi standar nilai emisi kebisingan yang diukur pada turbin angin yang berbeda dari satu kelompok, menggunakan metode pengukuran emisi kebisingan yang sama dalam kondisi keberulangan (operator yang sama, peralatan yang sama)

3.3

deviasi standar total σ_t

σ_t didefinisikan sebagai

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2} \quad (1)$$

3.4

kelompok turbin angin

kelompok turbin angin adalah turbin angin dengan merek dan model yang sama dan memiliki spesifikasi yang sama. Kelompok turbin angin dicirikan oleh level daya suara

semu dan nada suara yang dinyatakan sama. Julat komponen yang termasuk dalam pernyataan ditentukan oleh keterangan pabrikan terkait.

CATATAN Karena perubahan kecil dalam desain turbin akan memengaruhi level daya suara semu dan nada suara, Lampiran B berisi informasi tentang pengaruh parameter turbin terhadap karakteristik akustik yang diukur.

4 Umum

Dalam prosedur umum ISO 4871 dan ISO 7574 menjelaskan untuk pernyataan dan verifikasi kebisingan akustik yang dihasilkan oleh mesin dan peralatan. Untuk kelompok turbin angin, pernyataan dan prosedur verifikasi didasarkan dengan asumsi deviasi standar produksi tipe turbin angin, diperoleh dari pengukuran.

Prosedur pernyataan yang ditentukan di sini berbeda dengan prosedur ISO dan memungkinkan untuk pernyataan berdasarkan minimal tiga pengukuran.

Prosedur pernyataan dapat digunakan untuk menyatakan nilai pada setiap kecepatan angin dari hasil pengukuran yang tersedia.

5 Pernyataan

5.1 Pernyataan level daya suara semu turbin angin

Level daya suara semu menurut IEC 61400-11 harus dinyatakan.

Pernyataan level daya suara semu turbin angin dapat ditentukan dari n hasil pengukuran $\{L_i\}$ $i = 1, \dots, n$ yang diperoleh dengan melakukan satu kali pengukuran pada masing-masing n turbin individual dari tipe yang sama. Untuk turbin angin dengan tipe dan menara yang sama tetapi dengan ketinggian naf yang berbeda, level daya suara dapat dikonversi ke ketinggian naf yang lain sesuai dengan Lampiran A.

Hasil pengukuran n dalam nilai rerata, \bar{L}_w , dan deviasi standar, s , didefinisikan sebagai berikut:

$$\bar{L}_w = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i \tag{2}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L}_w)^2} \tag{3}$$

Deviasi standar produksi σ_p dapat diestimasi dari

$$\sqrt{s^2 + \sigma_R^2} \leq \sigma_p \leq s \tag{4}$$

Estimasi deviasi standar keberulangan produksi σ_R adalah 0,9 dB (lihat ketidakpastian khas yang diberikan dalam Lampiran D IEC 61400-11). Selama data deviasi standar keberulangan produksi yang tersedia terbatas, dan dalam beberapa kasus diperoleh nilai σ_R yang sangat kecil, hubungan $\sigma_p = s$ harus digunakan.

Maka deviasi standar σ yang digunakan untuk pernyataan (termasuk deviasi standar σ_R dan σ_P dari n pengukuran yang ada dan deviasi standar σ_R dan σ_P dari pengukuran yang terverifikasi), ditentukan oleh

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n}(\sigma_P^2 + \sigma_R^2) + (\sigma_R^2 + \sigma_P^2)} = \sqrt{\frac{1+n}{n}(\sigma_P^2 + \sigma_R^2)} \quad (5)$$

dengan $\sigma_R = 0,9$ dB dan $\sigma_P = s$.

Pernyataan level daya suara semu dihitung dari

$$L_{Wd} = \bar{L}_W + K = \bar{L}_W + 1,645 \sigma \quad (6)$$

Level daya suara semu seharusnya dinyatakan oleh dua besaran nilai emisi kebisingan suara yakni \bar{L}_W dan K . K mewakili level kepercayaan tertentu dan $K = 1,645\sigma$ mencerminkan probabilitas sebesar 5 % dari hasil pengukuran level daya suara semu yang diperoleh berdasarkan IEC 61400-11, dilakukan pada sebuah turbin dalam kelompok melebihi nilai yang dinyatakan.

5.2 Pernyataan nada suara

Pernyataan nada suara melaporkan nada suara dan frekuensi masing-masing turbin dari kelompok turbin angin. Pernyataan nada suara tidak boleh dinyatakan dengan cara yang sama dengan level daya suara semu. Saat ini, data untuk perlakuan statistik yang tersedia sangat terbatas.

6 Informasi yang akan dilaporkan

Semua laporan pengukuran individual seharusnya dilampirkan pada laporan pernyataan. Informasi lebih lanjut yang akan dilaporkan adalah sebagai berikut:

- a) Detail turbin angin
 - pabrikan turbin;
 - nomor/nama model;
 - daya nominal;
 - ketinggian naf;
 - diameter rotor;
 - sertifikat pabrikan yang merinci perbedaan komponen, disediakan oleh pabrikan.
- b) Hasil pernyataan

Hasil level daya suara semu

 - level daya suara semu yang diukur secara individual $\{L_i\} i = 1, \dots, n$;
 - rerata level daya suara semu yang diukur \bar{L}_W ;
 - deviasi standar sampel dari level daya suara semu, s ;
 - $\sigma_P, \sigma_R, \sigma$;
 - K ;
 - nilai yang dinyatakan, L_{Wd} .

c) Hasil nada suara

Untuk semua pengukuran nada suara dan frekuensinya.

Lampiran A
(informatif)

Metode perhitungan level daya suara semu ke ketinggian naf yang lain

Untuk turbin angin dengan tipe dan menara yang sama namun memiliki ketinggian naf yang berbeda, level daya suara boleh dikonversi ke ketinggian naf yang lain dengan menggunakan asumsi profil angin logaritmik.

Jika level tekanan suara diukur dan level daya suara $L_{WA, P, meas}$ turbin angin dihitung, maka level daya suara $L_{WA, P, new}$ untuk turbin angin yang sama pada ketinggian naf yang lain boleh ditentukan dengan menggunakan nilai regresi dari turbin yang diukur.

Nilai kecepatan angin ($v_{10,i}$) pada ketinggian 10 m di atas permukaan tanah menyebabkan keluaran daya yang sama pada turbin angin yang diukur, seperti pada turbin angin yang sama pada suatu ketinggian naf yang baru untuk kecepatan angin yang dipilih ($v_{10,ref}$) pada ketinggian 10 m di atas tanah.

$$v_{10,i} = v_{10,ref} \left[\frac{\ln \frac{h_{new}}{z_0}}{\ln \frac{h_{meas}}{z_0}} \right] \quad (A.1)$$

dengan

- $v_{10,i}$ adalah kecepatan angin yang ditentukan pada ketinggian 10 m di atas permukaan tanah;
- $v_{10,ref}$ adalah kecepatan angin acuan pada ketinggian 10 m di atas permukaan tanah;
- h_{new} adalah ketinggian naf turbin angin yang baru;
- h_{meas} adalah ketinggian naf turbin angin yang diukur;
- z_0 adalah panjang kekasaran permukaan.

Tekanan suara kemudian ditentukan dengan menggunakan koefisien regresi dari turbin angin yang diukur untuk kebisingan total dan kebisingan latar dengan menggunakan kecepatan angin yang dihitung ($v_{10,i}$) dari persamaan A.1. Nilai tekanan suara latar yang dikoreksi ditentukan dengan menggunakan persamaan A.2.

$$L_{Aeq,c,meas}(v_{10,i}) = 10 \lg(10^{L_{Aeq,meas}(v_{10,i})x_{0,1}} - 10^{L_{back,meas}(v_{10,i})x_{0,1}}) \quad (A.2)$$

dengan

- $L_{Aeq,c,meas}(v_{10,i})$ adalah level tekanan suara latar turbin angin yang dikoreksi terkait dengan kecepatan angin pada ketinggian 10 m di atas permukaan tanah (turbin angin yang diukur);
- $L_{Aeq,meas}(v_{10,i})$ adalah level tekanan suara dari total kebisingan yang terkait dengan kecepatan angin pada ketinggian 10 m di atas permukaan tanah;
- $L_{back,meas}(v_{10,i})$ adalah level tekanan suara kebisingan latar yang terkait dengan kecepatan angin pada ketinggian 10 m di atas permukaan tanah.

Dengan menggunakan nilai tekanan suara ini ($L_{Aeq,c,meas}(v_{10,i})$), level daya suara ($L_{WA,P,meas}(v_{10,i})$) akan ditentukan dengan mempertimbangkan data geometrik turbin angin yang diukur.

$$L_{WA,P,meas}(v_{10,i}) = L_{Aeq,meas}(v_{10,i}) - 6 + 10 \lg \left[\frac{4\pi R_1^2}{S_0} \right] \quad (A.3)$$

dengan

$L_{WA,P,meas}(v_{10,i})$	adalah level daya suara yang terkait dengan kecepatan angin pada ketinggian 10 m di atas permukaan tanah (turbin angin yang diukur);
$L_{Aeq,meas}(v_{10,i})$	adalah level tekanan suara dari kebisingan total yang terkait dengan kecepatan angin pada ketinggian 10 m di atas permukaan tanah;
R_1	adalah jarak antara pusat rotor dan mikrofon;
S_0	adalah luas acuan $S_0 = 1 \text{ m}^2$.

Level daya suara yang dihitung ($L_{WA,P,meas}(v_{10,i})$) dari persamaan A.3 sesuai dengan level daya suara ($L_{WA,P,new}(v_{10,ref})$) untuk ketinggian naf yang dipilih ($h_{N,new}$) dan kecepatan angin ($v_{10,ref}$).

$$L_{WA,P,new}(v_{10,ref}) = L_{WA,P,meas}(v_{10,i}) \quad (A.4)$$

dengan

$L_{WA,P,new}(v_{10,ref})$	adalah level daya suara yang dikonversi pada $v_{10,ref}$ dan ketinggian naf baru;
$L_{WA,P,meas}(v_{10,i})$	adalah level daya suara yang terkait dengan kecepatan angin pada ketinggian 10 m di atas permukaan tanah (turbin angin yang diukur).

Lampiran B
(normatif)

Pengaruh turbin dan karakteristik lokasi pada kinerja akustik

- a) Ketinggian naf
Level daya suara semu berkorelasi dengan kecepatan angin acuan akustik dan bukan dengan kecepatan angin pada ketinggian naf. Kenaikan ketinggian naf akan menambah level daya suara semu dan kemungkinan memiliki efek yang tidak dapat diprediksi pada nada suara.
- b) Kecepatan ujung sudu
Level daya suara semu sangat sensitif terhadap kecepatan ujung sudu ($L_W \sim (50 \text{ hingga } 60) \log V_{tip}$). Kenaikan kecepatan ujung sudu akan menyebabkan penambahan level daya suara semu.
- c) Penyetelan *pitch*
Penyetelan *pitch* memengaruhi proses aero-akustik fundamental pada sudu, yang secara signifikan boleh mengubah level daya suara semu dan nada suara secara keseluruhan.
- d) Roda gigi
Sumber potensi utama nada yang dihasilkan secara mekanis adalah roda gigi. Perubahan kecil dalam desain (seperti rasio roda gigi, bentuk gigi, ketebalan selubung) dapat memiliki pengaruh yang signifikan pada frekuensi dan level nada suara.
- e) Sudu
Perubahan pada geometri sudu, seperti ketebalan *trailing edge*, bentuk ujung sudu, penyelesaian permukaan sudu, struktur internal, distribusi puntiran, semuanya boleh menyebabkan perubahan signifikan pada kinerja akustik.
- f) Intensitas turbulensi pada lokasi uji boleh memengaruhi pembangkitan suara.

Sebagai tambahan pada komponen tersebut di atas, terdapat sejumlah komponen lain (generator, tipe menara, motor geleng, kipas pendingin, pompa hidrolis, dll.) yang boleh memengaruhi kinerja akustik.

Informasi perumus SNI IEC TS 61400-14:2005

[1] Komite Teknis Perumusan SNI

Komite Teknis 27-09 Energi Angin

[2] Susunan Keanggotaan Komite Teknis Perumusan SNI

Ketua : Didik Rostyono
Wakil Ketua : Yantri Puspita Rani
Sekretaris : Hansen Hartado Tarigan
Anggota : Sahat Pakpahan
Soeripno Martosaputro
Indra Satya Nugraha
Rudi Purwo Wijayanto
Nurry Widya Hesty
M. Afip Nurul Huda
Malik Ibrochim
Gerry Julian
Dimas Kaharudin Indra Rupawan
Aldiarso Utama

[3] Konseptor rancangan SNI

Didik Rostyono
Yantri Puspita Rani
Hansen Hartado Tarigan
Sahat Pakpahan
Soeripno Martosaputro
M. Afip Nurul Huda
Malik Ibrochim
Gerry Julian
Dimas Kaharudin Indra Rupawan
Indra Satya Nugraha
Rudi Purwo Wijayanto
Nurry Widya Hesty
Aldiarso Utama
Anneke Julianita
Sergio Simanjuntak

[4] Sekretariat Pengelola Komite Teknis Perumusan SNI

Direktorat Aneka Energi Baru dan Energi Terbarukan
Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi
Kementerian ESDM