



Kinerja tungku biomassa



© BSN 2013

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Istilah dan definisi.....	1
3 Tata cara pengujian tungku biomassa	1
4 Hasil pengujian	5
5 Persyaratan tambahan	5
Bibliografi.....	6



Prakata

Biomassa sebagai bahan bakar masih banyak digunakan untuk memasak di wilayah pedesaan, sehingga dipandang perlu mendorong penggunaan tungku yang lebih efisien dan menghasilkan polutan yang lebih rendah.

Penyusunan SNI dilakukan dengan memperhatikan aspek keselamatan dan kesehatan bagi masyarakat pengguna tungku biomassa, serta memberikan kepastian kepada investor/produsen. Adapun tujuan penyusunan SNI ini adalah untuk mendorong pengembangan tungku biomassa yang lebih sehat dan hemat energi. Disamping itu, isu kemandirian energi melalui pemanfaatan sumber energi setempat dan isu lingkungan juga menjadi perhatian dalam penyusunan SNI ini.

SNI ini disusun berdasarkan Pedoman Standardisasi Nasional Nomor 8 tahun 2007 tentang Penulisan Standar Nasional Indonesia.

SNI ini disusun oleh Panitia Teknis 27-04 Bioenergi melalui perumusan standar dan terakhir dibahas dalam Rapat Konsensus Panitia Teknis Bioenergi pada tanggal 3 Desember 2012 di Jakarta, yang dihadiri oleh anggota panitia teknis, perwakilan dari produsen, konsumen, pakar, pemerintah, dan pihak lain yang terkait. Standar ini juga telah melalui tahapan konsensus nasional, yaitu jajak pendapat pada 16 April 2013 sampai dengan 15 Juni 2013.



Kinerja tungku biomassa

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan persyaratan minimal kinerja, meliputi efisiensi pembakaran, efisiensi termal, derajat emisi karbon monoksida dan partikulat, dan aspek keselamatan dari tungku, serta tata-cara pengujiannya.

2 Istilah dan definisi

2.1

biomassa

bahan organik yang berumur relatif muda dan berasal dari tumbuhan atau binatang

2.2

tungku biomassa

peralatan masak yang memanfaatkan kalor hasil pembakaran biomassa di dalam ruang pembakarannya

2.3

efisiensi pembakaran

besaran yang menyatakan tingkat kesempurnaan proses pembakaran yang ditandai oleh minimnya kandungan gas karbon monoksida di dalam gas hasil bakar. Efisiensi pembakaran dihitung dari konsentrasi karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) di dalam gas hasil bakar

2.4

efisiensi termal

perbandingan antara kalor yang diserap oleh bahan yang dimasak terhadap nilai kalor netto biomassa

2.5

particulate matter (PM_{2,5})

Partikel di dalam gas hasil bakar dengan ukuran maksimal 2,5 mikron

3 Tata cara pengujian tungku biomassa

3.1 Persyaratan bahan bakar

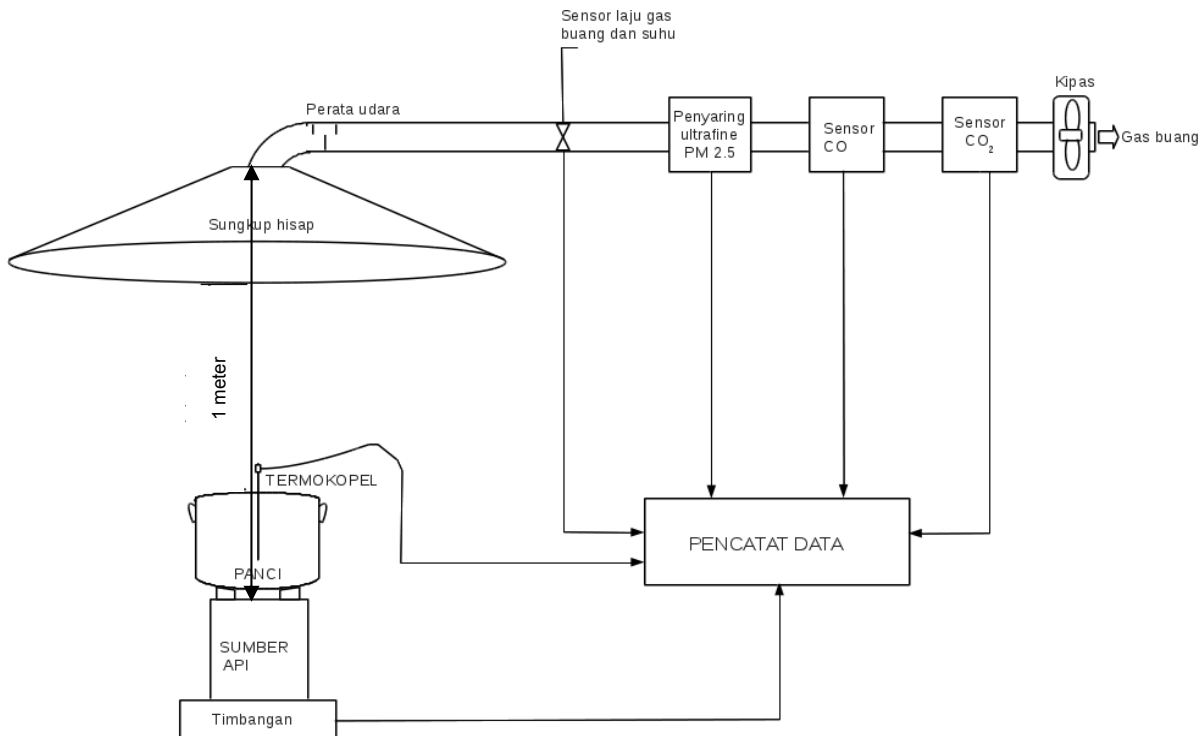
3.1.1 Spesifikasi bahan bakar yang digunakan untuk melakukan pengujian harus sesuai dengan yang disyaratkan oleh produsen tungku biomassa. Apabila produsen tungku biomassa tidak menyatakan persyaratan tertentu, maka untuk keseragaman disarankan menggunakan kayu jati (*Tectona grandis L.*).

3.1.2 Kandungan air biomassa adalah pengurangan massa biomassa sebelum dan sesudah dikeringkan di dalam oven pada suhu 105 °C hingga massanya konstan.

3.1.3 Nilai kalor bahan bakar ditentukan dengan menggunakan kalorimeter bom.

3.2 Uji efisiensi pembakaran, efisiensi termal, dan emisi

Uji efisiensi dan emisi tungku biomassa dapat dilakukan secara serempak. Diagram rangkaian peralatan untuk pengujian efisiensi tungku ditampilkan pada Gambar 1. Sungkup hisap yang menaungi sumber api harus ditempatkan sama dengan atau sedikit lebih dari satu meter di atas sumber api, agar nyala api tungku tidak terpengaruh oleh keberadaan sungkup hisap tersebut. Diameter sungkup hisap sedikitnya 1,5 meter, sedemikian sehingga gas hasil bakar dapat ditangkap seluruhnya oleh peralatan uji. Seluruh alat ukur/sensor dan pencatat data harus diaktifkan sejak penyalaan pertama tungku hingga pengujian selesai.



Gambar 1 - Rangkaian peralatan untuk uji efisiensi dan emisi

3.2.1 Bahan dan alat

Bahan dan alat yang perlu dipersiapkan antara lain:

- 3.2.1.1 Bahan bakar biomassa sebagaimana diuraikan pada butir 3.1;
- 3.2.1.2 Air bertemperatur ruang;
- 3.2.1.3 Panci aluminium ;
- 3.2.1.4 Tungku biomassa;
- 3.2.1.5 Sungkup hisap penangkap emisi yang dihubungkan ke cerobong;
- 3.2.1.6 Timbangan digital dengan ketelitian 1 gram;
- 3.2.1.7 Termokopel tipe K;
- 3.2.1.8 CO-meter dengan metode *diversive infrared*;

3.2.1.9 CO₂-meter;

3.2.1.10 Penyaring *ultrafine* PM_{2,5};

3.2.1.11 Pencatat data (sebaiknya secara otomatis dengan komputerisasi).

3.2.2 Prosedur pengujian

3.2.2.1 Letakkan tungku di atas timbangan di bawah sungkup hisap penangkap emisi. Catat massa tungku kosong, kemudian nol-kan bacaan timbangan.

3.2.2.2 Masukkan bahan bakar ke dalam tungku, catat massa bahan bakar awal, kemudian nol-kan bacaan timbangan.

3.2.2.3 Letakkan panci berisi air di atas tungku. Pasang termokopel ke dalam panci sehingga ujungnya menggantung sekitar 5 cm di atas dasar panci dan tidak menyentuh dinding panci, lalu tutuplah panci. Catat suhu air dan massa panci berisi air dan bertutup.

3.2.2.4 Nyalakan api. Catat waktu ketika api mulai hidup. Selama tungku dinyalakan, setiap satu menit catat massa yang terbaca di timbangan serta temperatur air. Penurunan massa yang terjadi menunjukkan konsumsi bahan bakar Δm_k .

3.2.2.5 Bila suhu telah mencapai 65 °C, setiap satu menit, catat juga massa air yang menguap Δm_a (selisih massa menit ke-n dengan massa awal panci berisi air dan bertutup) dengan cara mengangkat panci sesaat setiap menit ke-n.

3.2.2.6 Catat waktu ketika air mulai mendidih setiap menit sampai temperatur air turun tiga derajat dari titik didih. Hentikan pengujian. Titik didih tidak harus 100 °C, tetapi mengikuti formula:

$$t_D = \left(100 - \frac{h}{300} \right)$$

KETERANGAN:

t_D adalah titik didih (°C)

h adalah ketinggian lokasi dari permukaan laut (meter)

CATATAN

- Catat bahan mudah tersulut yang digunakan untuk memulai penyalaan tungku (misalnya minyak tanah, kayu kecil, kertas, dll).
- Selama suhu air belum mencapai 65 °C, massa air yang menguap Δm_a dapat diabaikan.
- Bila tungku terbuat dari tanah, gerabah, atau material yang dipandang tebal, atau higrokopis, maka berat tungku kosong ditimbang (dianggap sebagai berat tungku akhir).

3.2.3 Pengukuran *Particulate Matter* (PM_{2,5})

Timbang sebuah penyaring bersih berukuran 2,5 mikron menggunakan timbangan mikro. Partikel PM_{2,5} di dalam aliran gas sisa pembakaran akan tersaring oleh penyaring PM_{2,5}. Sesudah pengujian efisiensi selesai, timbang penyaring yang sudah menangkap PM_{2,5} menggunakan timbangan mikro. Massa PM_{2,5} adalah selisih massa penyaring sesudah dan sebelum dipakai untuk menangkap PM_{2,5}. Lihat Gambar 1.

3.2.4 Pengukuran emisi gas CO

Amati dan catat angka yang ditunjukkan pada CO-meter dalam satuan ppm. Konversikan dan akumulasikan angka tersebut untuk mendapatkan massa total dalam satuan gram. CO-meter memiliki rentang pengukuran 0 – 1 000 ppm dan ketelitian 1 ppm. Lihat Gambar 1.

3.2.5 Pengukuran emisi gas CO₂

Amati dan catat angka yang ditunjukkan pada CO₂-meter dalam satuan ppm. Konversikan dan akumulasikan angka tersebut untuk mendapatkan massa total dalam satuan gram. CO₂-meter memiliki rentang pengukuran 0 – 5 000 ppm dan ketelitian 30 ppm. Lihat Gambar 1.

3.2.6 Lakukan seluruh langkah pengukuran PM, CO, CO₂ sesuai butir 4.2.3 sampai 4.2.5 sebanyak masing - masing tiga kali dan rata - ratakan hasil pengukurannya.

3.2.7 Perhitungan konsumsi spesifik bahan bakar

Hitung konsumsi spesifik bahan bakar S_c dengan rumus:

$$S_c = \frac{\Delta m_k}{\Delta t}$$

Keterangan :

Δm_k adalah massa bahan bakar yang telah dibakar/digunakan selama pengujian (kg)
 Δt adalah lama waktu pengujian (jam)

3.2.8 Perhitungan efisiensi pembakaran

Hitung efisiensi pembakaran η_c dengan rumus:

$$\eta_c = 1 - \frac{N_{CO}}{N_{CO_2}}$$

Keterangan :

N adalah fraksi massa dari masing-masing gas.

3.2.9 Perhitungan efisiensi termal

Hitung efisiensi termal η_T dengan rumus:

$$\eta_T = \frac{m_a C_p \Delta T + \Delta m_a L}{\Delta m_k LHV}$$

Keterangan :

m_a adalah massa air (dalam kilogram);
 C_p adalah 4180 J/(°C kg) adalah kalor jenis air;
 ΔT adalah selisih suhu akhir air terhadap suhu awal air;
 Δm_a adalah massa air yang menguap;
 L adalah kalor penguapan air;
 Δm_k adalah massa bahan bakar yang telah dibakar/digunakan;
LHV adalah nilai kalor netto bahan bakar.

Laju sesaat konsumsi bahan bakar ditentukan dari perubahan massa bahan bakar tiap satuan waktu, sedangkan laju rata-rata konsumsi bahan bakar ditentukan dari perubahan massa bahan bakar seluruhnya dibagi rentang waktu total.

4 Hasil pengujian

4.1 Konsumsi spesifik bahan bakar

Tungku dinyatakan lulus uji konsumsi spesifik bahan bakar sebesar bila nilai Sc sebesar maksimum 1 kg/jam.

4.2 Nilai efisiensi pembakaran

Tungku dinyatakan lulus uji efisiensi pembakaran bila nilai η_c minimal 0,96 atau rasio $N(CO)/N(CO_2)$ maksimal 0,04.

4.3 Nilai efisiensi termal

Tungku dinyatakan lulus uji efisiensi termal jika hasil uji efisiensi memenuhi nilai minimal 20%.

4.4 Nilai emisi CO

Tungku biomassa dinyatakan lulus uji emisi CO bila emisi CO tak melebihi 67 g/kg bahan bakar terkonsumsi.

4.5 Nilai emisi PM_{2,5}

Tungku biomassa lulus uji emisi PM 2,5 mikron jika nilai emisi PM_{2,5} tak lebih dari 1 500 mg/kg bahan bakar terkonsumsi.

5 Persyaratan tambahan

5.1 Daya

Rentang daya tungku biomassa sebesar 2,5 – 5 kW atau setara dengan konsumsi 0,5 – 1 kg/jam bahan bakar biomassa dengan nilai kalor 18 MJ/kg (jika yang digunakan adalah kayu jati; lihat 4.1.1).

5.2 Syarat keamanan dalam penggunaan

5.2.1 Tungku tidak boleh ada sisi dan sudut/ujung yang tajam agar tidak membahayakan pengguna.

5.2.2 Pada sisi depan badan luar tungku biomassa diberi tulisan "Awas panas!" dan simbol bahaya api yang dapat dilihat dengan jelas pada jarak minimal satu meter.

5.2.3 Ketika digunakan, tungku beserta panci tidak terguling pada kemiringan sampai dengan 15 derajat.

5.2.4 Pada setiap tungku dilengkapi gagang pengangkat handel (pegangan) yang dilapisi penyekat panas sehingga pengguna dapat memindahkan tungku dengan mudah dan aman.

5.2.5 Setiap tungku biomassa dilengkapi dengan dokumen prosedur penggunaannya.

CATATAN Syarat keamanan selengkapnya diuraikan di dalam dokumen *Biomass Stove Safety Protocol* yang dikembangkan di Iowa State University khusus untuk bahan bakar padat (<http://www.pciaonline.org/files/Stove-Testing-Safety-Guidelines.pdf>)

Bibliografi

Baldwin, S.F., *Biomass Stoves: Engineering Design, Development, and Dissemination*, Center for Energy and Environmental Studies: Princeton, NJ, 1986.

Edwards, R.D., et al., *Implications of changes in household stoves and fuel use in China. Energy Policy*, 2004.

FAO, *Chinese Fuel-Saving Stoves: A Compendium*, Regional Wood Energy Development Program (RWEDP): Bangkok, 1993.

FAO, *Indian Improved Cookstoves: A Compendium*, Regional Wood Energy Development Program (RWEDP): Bangkok, 1993.

FAO, *Wood fuel surveys, UN Food and Agriculture Organization*: Rome, 1983.

<http://www.aprovecho.org/lab/emissionsequip/iap-meter>

<http://co2meters.com/Documentation/Datasheets/DS30-01%20-%20K30.pdf>

<http://www.pciaonline.org/files/Stove-Testing-Safety-Guidelines.pdf>

ISO IWA 2012 *Guideline for evaluating performance of cookstoves*

Kishore, V.V.N. and P.V. Ramana, *Improved cookstoves in rural India: how improved are they?: A critique of the perceived benefits from the National Programme on Improved Chulhas (NPIC)*. Energy, 2002.

Ministry of New and Renewable Energy, Government of India - National Biomass Cookstoves Initiative, New Delhi, 2009.

Smith, K.R., et al., *One Hundred Million Improved Cookstoves in China: How was it done?* *World Development*, 1993.

VITA, *Testing The Efficiency Of Wood-Burning Cookstoves: Provisional International Standards. 1985, Volunteers in Technical Assistance*: Arlington, 1985.

World Bank, *India: Household Energy, Indoor Air Pollution, and Health, World Bank Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP)*: Washington DC, 2002.

Zhang, J., et al., *Greenhouse Gases and Other Airborne Pollutants from Household Stoves in China: A database for emission factors*. *Atmospheric Environment*, 2000.

Pemberton-Pigott, C, *General Requirements for Stove Testing Laboratory*, 2012

Pemberton-Pigott, C, *The Development of National Stove Standards: Considerations for solid fuel stoves*, 2012

US EPA CFR 40 Part 60