

**Emisi gas buang – Sumber tidak bergerak –
Bagian 12: Penentuan total partikel
secara isokinetik**

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Cara uji	1
4.1 Prinsip	1
4.2 Bahan	2
4.3 Peralatan	2
4.4 Persiapan contoh uji	3
4.5 Penentuan diameter <i>nozzle</i>	3
4.6 Pengambilan contoh uji	4
4.7 Pengujian contoh uji	5
4.8 Perhitungan	5
5 Jaminan mutu dan pengendalian mutu	5
Lampiran A (informatif) Perhitungan	6
Lampiran B (normatif) Tabel tekanan uap air jenuh	7
Lampiran C (normatif) Pelaporan	8
Bibliografi	9

Prakata

SNI Emisi gas buang – Sumber tidak bergerak – Bagian 12: Penentuan total partikel secara isokinetik ini dirumuskan dan diuji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi metode serta telah dikonsensuskan oleh Subpanitia Teknis Parameter Uji Kualitas Udara dari Panitia Teknis Sistem Manajemen Lingkungan (Panitia Teknis 207S).

Standar ini telah disepakati dan disetujui dalam rapat konsensus dengan peserta rapat yang mewakili produsen, konsumen, ilmuwan, instansi teknis, pemerintah terkait dari pusat maupun daerah pada tanggal 5 – 6 Agustus 2004 di Jakarta.

Emisi gas buang – Sumber tidak bergerak – Bagian 12: Penentuan total partikel secara isokinetik

1 Ruang lingkup

Standar ini digunakan untuk menentukan kadar total partikel dalam emisi gas buang sumber tidak bergerak.

Lingkup penentuan meliputi:

- a) Cara penentuan laju alir penghisapan.
- b) Cara pengambilan contoh uji total partikel.
- c) Cara penentuan kadar total partikel.

2 Acuan normatif

JIS Z 8808-1995, *Methods of measuring dust concentration in flue gas*.

3 Istilah dan definisi

3.1 emisi

zat, energi, dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien

3.2 partikel

partikel padat sisa pembakaran dan butiran partikel yang telah dihilangkan uap airnya

3.3 kadar partikel

massa partikel yang terkandung dalam 1 m³ gas buang kering dikoreksi pada kondisi normal (25°C, 760 mmHg), dalam satuan g/Nm³

3.4 mg/Nm³

satuan ini dibaca sebagai miligram per normal meter kubik, notasi N menunjukkan satuan volum hisap kering udara gas buang dikoreksi pada kondisi normal (25°C, 760 mmHg)

3.5 pengambilan contoh uji secara isokinetik

laju alir gas buang yang melalui *nozzle* harus sama dengan laju alir gas buang dalam cerobong

4 Penentuan

4.1 Prinsip

Pengambilan contoh uji partikel dilakukan secara isokinetik dimana kadar air, komposisi gas dan laju alir gas dalam cerobong harus ditentukan terlebih dahulu sehingga laju alir gas buang yang melalui *nozzle* harus sama dengan laju alir gas buang dalam cerobong, kemudian kadar partikel ditentukan secara gravimetri.

4.2 Bahan

4.2.1 Filter khusus terbuat dari serat gelas atau serat kuarsa

- a) filter silinder dengan spesifikasi *thimble filter* 88RH 25x90 mm
- b) filter bulat dengan spesifikasi *grade* QMB 4,2 cm

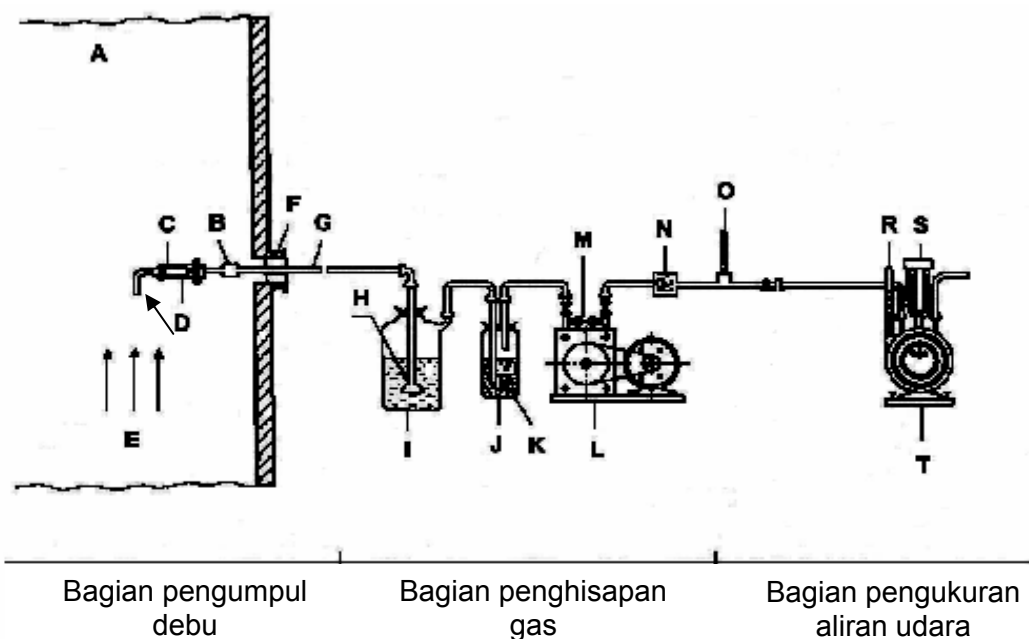
CATATAN Apabila perkiraan berat debu tidak melebihi 5 mg digunakan filter bulat. Untuk perkiraan berat debu melebihi 5 mg dan tidak lebih dari 50 mg digunakan filter silinder.

4.2.2 Hidrogen peroksida (H₂O₂) 3%

Encerkkan 10 mL H₂O₂ 30% dengan 90 mL air suling dalam gelas piala 250 mL.

4.3 Peralatan

- a) rangkaian alat pengambil contoh total partikel gambar 1;
- b) meteran dimensi panjang minimal 3 meter;
- c) termometer atau termokopel yang mampu mengukur temperatur sampai 1000°C;
- d) timbangan analitik dengan ketelitian minimal 2 desimal;
- e) alat penghitung waktu (*stop watch*);
- f) pompa udara yang mampu menghisap gas buang dengan kapasitas minimum 20 L/menit;
- g) *wet gas meter* dengan kapasitas 5 L tiap 1 putaran;
- h) unit penangkap gas SO₂ dan uap air (botol impinger besar yang diisi larutan H₂O₂ 3% dan botol pengering);
- i) pipa pengambil partikel;
- j) pipa selang karet, panjang disesuaikan kebutuhan
- k) oven;
- l) desikator;
- m) gelas piala 250 mL.



Keterangan gambar:

A	adalah cerobong;	J	adalah pemisah kabut;
B	adalah penangkap uap air;	K	adalah fiber kaca;
C	adalah pengumpul debu;	L	adalah pompa vakum;
D	adalah <i>nozzle</i> ;	M	adalah kranpengatur aliran udara;
E	adalah arah aliran gas;	N	adalah separator kabut oli;
F	adalah bahan tahan panas;	O	adalah termometer;
G	adalah pipa pengambil contoh uji;	R	adalah termometer pd gas meter;
H	adalah larutan H ₂ O ₂ ;	S	adalah manometer;
I	adalah botol penjerap SO ₂ ; (<i>Midget impinger</i>)	T	adalah gas meter tipe basah;

Gambar 1 Rangkaian alat pengambil contoh total partikel

4.4 Persiapan pengambilan contoh uji

- Filter dipanaskan pada temperatur 105°C selama 2 jam.
- Simpan filter dalam desikator selama 24 jam.
- Timbang filter sampai diperoleh massa yang konstan, W₁ (g).
- Sebelum digunakan filter disimpan di dalam desikator.

4.5 Penentuan diameter nozzle

- Lakukan perhitungan debit gas buang rata-rata (\bar{q}_m) dengan menggunakan data laju alir gas buang rata-rata (\bar{v}) dan diameter *nozzle* yang dipilih sedemikian rupa (*trial and error*) sehingga didapatkan hasil perhitungan debit gas buang berkisar 20 L/menit.
- Lakukan perhitungan debit gas buang (q_m) masing-masing titik lintas dengan menggunakan data laju alir gas buang (v) masing-masing titik lintas dan diameter *nozzle* yang sesuai.

Perhitungan debit gas buang rata-rata (\bar{q}_m):

$$\bar{q}_m = \frac{\pi}{4} d^2 \bar{v} \left(1 - \frac{X_w}{100}\right) \frac{273 + t_m}{273 + t_s} \times \frac{P_a + P_s}{P_a + P_m - P_v} \times 60 \times 10^{-3}$$

dengan pengertian:

\bar{q}_m	adalah	debit gas buang rata-rata (L/menit);
d	adalah	diameter <i>nozzle</i> (mm);
\bar{v}	adalah	laju alir gas buang rata-rata (m/detik);
X_w	adalah	persen volum uap air dalam gas buang (%);
t_m	adalah	temperatur gas buang pada gas meter (°C);
t_s	adalah	temperatur gas buang dalam cerobong asap (°C);
P_a	adalah	tekanan atmosfer (mmHg);
P_m	adalah	tekanan dari gas buang pada gas meter (mmHg);
P_v	adalah	tekanan uap jenuh pada temperatur t_m (mmHg);
P_s	adalah	tekanan statik (mmHg).

Perhitungan debit gas buang isokinetik masing-masing titik lintas (\bar{q}_m):

$$q_{m_n} = \frac{\pi}{4} d^2 v_n \left(1 - \frac{X_w}{100}\right) \frac{273 + t_m}{273 + t_s} \times \frac{P_a + P_s}{P_a + P_m - P_v} \times 60 \times 10^{-3}$$

dengan pengertian:

q_{mn}	adalah	debit gas buang isokinetik masing-masing titik-titik lintas;
d	adalah	diameter <i>nozzle</i> (mm);
v_n	adalah	laju alir gas buang masing-masing titik lintas (m/detik);
X_w	adalah	persen volum uap air dalam gas buang (%);
t_m	adalah	temperatur gas buang pada gas meter ($^{\circ}\text{C}$);
t_s	adalah	temperatur gas buang dalam cerobong asap ($^{\circ}\text{C}$);
P_a	adalah	tekanan atmosfer (mmHg);
P_m	adalah	tekanan dari gas buang pada gas meter (mmHg);
P_v	adalah	tekanan uap jenuh pada temperatur t_m (mmHg);
P_s	adalah	tekanan statik (mmHg).
n	adalah	titik lintas

4.6 Pengambilan contoh uji

- Pasang filter yang telah ditimbang pada alat pemegang filter (*filter holder*) yang terdapat pada pipa pengambil contoh uji.
- Pasang *nozzle* yang telah dipilih sesuai dengan hasil perhitungan 4.5
- Rangkaikan seluruh peralatan pengambil contoh uji seperti pada gambar 1.
- Tandai pipa pengambil contoh uji sesuai dengan titik-titik lintas yang telah ditentukan.
- Masukkan pipa pengambil contoh uji dengan *nozzle* searah aliran gas buang pada posisi titik lintas pertama.
- Catat pembacaan awal, V_1 (L) pada gas meter.
- Ubah posisi *nozzle* berlawanan arah aliran gas buang.
- Hidupkan pompa penghisap udara dan atur laju alir dengan putaran pompa (lihat Lampiran A.1 mengenai perhitungan kecepatan hisap pompa).
- Setelah 5 menit, pindahkan pipa pengambil contoh pada titik lintas pengukuran berikutnya.

CATATAN Sesuaikan dengan jumlah titik pengukuran dan konsentrasi partikel yang dapat diperkirakan dengan melihat kecepatan asap yang keluar dari cerobong secara visual, sehingga hasil perhitungan berat partikel tidak melebihi 5 mg untuk filter jenis *circular* dan tidak melebihi 50 mg untuk jenis filter *tubular*.

- Catat tekanan pada manometer (P_m) dan temperatur (t_m) pada gas meter.
- Setelah pengambilan contoh uji di semua titik lintas selesai, matikan pompa, posisikan pipa pengambil contoh uji ke arah berlawanan aliran gas buang.
- Keluarkan pipa pengambil contoh uji dari cerobong asap.
- Catat pembacaan akhir gas meter, V_2 (L).
- Setelah dingin lepaskan filter dari tempat pemegangnya lalu masukkan ke dalam kotak filter.
- Tandai kotak filter dengan jelas.

4.7 Pengujian contoh uji

- Filter contoh uji yang berada dalam wadah dipanaskan pada temperatur 105°C selama 2 jam, kemudian biarkan sampai temperatur kamar dan simpan di dalam desikator selama 24 jam.
- Timbang kembali filter contoh uji sampai diperoleh massa yang konstan, W_2 (g).

4.8 Perhitungan

4.8.1 Volum gas buang yang dihisap

$$V_n = V_m \times \frac{273}{273 + t_m} \times \frac{P_a + P_m - P_v}{760} \times 10^{-3}$$

dengan pengertian:

V_n adalah volum penghisapan gas buang kering dikoreksi pada kondisi standar 25°C, 760 mmHg (m³);

V_m adalah volum penghisapan gas buang (dibaca pada gas meter) (L);

t_m adalah temperatur gas buang (dibaca pada gas meter) (°C);

P_a adalah tekanan atmosfer (mmHg);

P_m adalah tekanan dari gas buang pada gas meter (mmHg);

P_v adalah tekanan uap jenuh pada temperatur t_m (mmHg).

4.8.2 Konsentrasi total partikel dalam emisi gas buang sumber tidak bergerak

Konsentrasi total partikel dalam gas buang kering dihitung pada kondisi normal 25°C dan 760 mmHg dengan rumus sebagai berikut :

$$C_n = \frac{(W_2 - W_1)}{V_n} \times 1000$$

dengan pengertian:

C_n adalah konsentrasi partikel dalam gas buang kering (mg/m³);

W_1 adalah massa filter kosong (g);

W_2 adalah massa filter + debu (g);

V_n adalah volum penghisapan gas buang kering pada kondisi standar 25°C, 760 mmHg(m³).

1000 adalah konversi g ke mg;

5 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

Gunakan peralatan yang terkalibrasi.

Lampiran A
(informatif)
Perhitungan

A.1 Kecepatan hisap pompa

$$s = \frac{60}{q_m}$$

dengan pengertian:

- s adalah waktu yang dibutuhkan pompa untuk mencapai volume sebanyak 1 L;
- q_m adalah laju alir penghisapan gas buang secara isokinetik (L/menit);
- 60 adalah jumlah detik dalam 1 menit.

A.2 Persen isokinetik (%)

Rumus ini digunakan untuk mengetahui persen isokinetik yang dicapai. Toleransi yang diperbolehkan adalah 10%.

$$I = \frac{t_s \times V_{mstd} \times P_{std} \times 100}{T_{std} \times V_s \times \theta \times A_n \times P_s \times 60 (1 - X_w)}$$

dengan pengertian:

- I adalah persen isokinetik yang dicapai (%);
- t_s adalah temperatur cerobong ($^{\circ}\text{C}$);
- V_{mstd} adalah volum hisap standar dari cerobong (m^3);
- P_{std} adalah tekanan atmosfer standar (mmHg);
- T_{std} adalah temperatur standar ($^{\circ}\text{C}$);
- A_n adalah luas area *nozzle* (mm);
- θ adalah waktu pengambilan contoh uji (menit);
- V_s adalah laju alir (m/detik);
- P_s adalah tekanan dinamik cerobong (mmHg);
- 60 adalah waktu pengambilan contoh uji (detik);
- X_w adalah kadar air (%).

Lampiran B

(normatif)

Tabel tekanan uap air jenuh

Tabel B.1 Tekanan uap air jenuh (mmHg)							
Temperatur (°C)	Pv		ρ etanol	Temperatur (°C)	Pv		ρ etanol
	0	5			0	5	
0	4,6	4,8	0,809				
1	4,9	5,1	0,808	31	33,7	34,7	0,782
2	5,3	5,5	0,807	32	35,7	36,7	0,781
3	5,7	5,9	0,806	33	37,7	38,8	0,781
4	6,1	6,3	0,805	34	39,9	41,0	0,780
5	6,5	6,8	0,804	35	42,2	43,4	0,779
6	7,0	7,3	0,804	36	44,6	45,8	0,778
7	7,5	7,8	0,803	37	47,1	48,4	0,777
8	8,0	8,3	0,802	38	49,7	51,1	0,776
9	8,6	8,9	0,801	39	52,5	53,9	0,775
10	9,2	9,5	0,800	40	55,3	56,8	0,775
11	9,8	10,2	0,799	41	58,4	59,9	0,774
12	10,5	10,9	0,798	42	61,5	63,1	0,774
13	11,2	11,6	0,798	43	64,8	66,5	0,772
14	12,0	12,4	0,797	44	68,3	70,1	0,771
15	12,8	13,2	0,796	45	71,9	73,7	0,770
16	13,6	14,1	0,795	46	75,7	77,6	0,770
17	14,5	15,0	0,794	47	79,6	81,6	0,769
18	15,5	16,0	0,793	48	83,7	85,8	0,768
19	16,5	17,0	0,792	49	88,0	90,2	0,767
20	17,5	18,1	0,792	50	92,5	94,8	0,766
21	18,7	19,2	0,791	51	97,2	99,6	0,765
22	19,8	20,4	0,790	52	102,1	104,6	0,764
23	21,1	21,7	0,789	53	107,2	109,8	0,764
24	22,4	23,1	0,788	54	112,5	115,2	0,763
25	23,8	24,5	0,787	55	118,0	120,9	0,762
26	25,2	26,0	0,787	56	123,8	126,7	0,761
27	26,7	27,5	0,786	57	120,8	132,9	0,76
28	28,4	29,2	0,785	58	136,0	139,2	0,759
29	30,1	30,9	0,784	59	142,5	145,9	0,758
30	31,8	32,8	0,783	60	149,3	152,8	0,758

CATATAN Tabel ini digunakan untuk mencari nilai Pv

Lampiran C
(normatif)
Pelaporan

Catat minimal hal-hal sebagai berikut pada lembar kerja:

- 1) Parameter yang diukur.
- 2) Nama petugas.
- 3) Tanggal pengukuran.
- 4) Data pengambilan contoh uji.
- 5) Data kegiatan proses.
- 6) Hasil pengukuran contoh uji.

Bibliografi

Kep-205/BAPEDAL/07/1996 tentang Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran Udara Sumber Tidak Bergerak. BAPEDAL.

Perry. 1986. *Chemical Engineering Handbook*. Mc. Graw Hill. USA.