

**Keputusan Kepala Bapedal No. 205 Tahun 1996
Tentang : Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran
Udara Sumber Tidak Bergerak**

Oleh : KEPALA BAPEDAL
Nomor : KEP-205/BAPEDAL/07/1996
Tanggal : 10 JULI 1996 (JAKARTA)

KEPALA BADAN PENGENDALIAN DAMPAK LINGKUNGAN

Menimbang :

bahwa sebagai pelaksanaan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : Kep-13/MENLH/3/1995 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak, perlu dirumuskan pedoman teknis pengendalian pencemaran udara sumber tidak bergerak;
bahwa sehubungan dengan hal tersebut di atas perlu ditetapkan Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan tentang Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran Udara Sumber Tidak Bergerak;

Mengingat :

Undang-undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Nomor 12 Tahun 1982, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3215);
Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 103/M Tahun 1993 tentang Pengangkatan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan;
Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 77 Tahun 1994 tentang Badan Pengendalian Dampak Lingkungan;
Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : Kep-13/MENLH/3/1995 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak;
Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : Kep-15/MENLH/4/1996 tentang Program Langit Biru;
Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : Kep-16/MENLH/4/1996 tentang Penetapan Prioritas Propinsi Daerah Tingkat I Program Langit Biru;
Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor : Kep-135 Tahun 1995 tentang Organisasi Dan Tata Kerja Badan Pengendalian Dampak Lingkungan;
Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor : Kep-136 Tahun 1995 tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Wilayah (Bapedal Wilayah).

MEMUTUSKAN :

Menetapkan :

KEPUTUSAN KEPALA BADAN PENGENDALIAN DAMPAK LINGKUNGAN
TENTANG PEDOMAN TEKNIS PENGENDALIAN PENCEMARAN UDARA
SUMBER TIDAK BERGERAK

Pasal 1

Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran Udara Sumber Tidak Bergerak ini diperlukan sebagai pedoman teknis dalam upaya pengendalian pencemaran udara bagi:

Instansi terkait;

Gubernur Kepala Daerah Tingkat I, Gubernur Daerah Istimewa, Gubernur Daerah Khusus Ibukota dan Bupati/Walikota Kepala Daerah Tingkat II; Penanggung jawab kegiatan dari sumber tidak bergerak.

Pedoman teknis pengendalian pencemaran udara sumber tidak bergerak sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) untuk:

Pelaksanaan pemantauan kualitas udara sebagaimana tersebut dalam Lampiran I yang meliputi:

Mekanisme kunjungan Pendahuluan;

Periode pemantauan;

Penetapan lokasi pemantauan emisi dan ambien;

Pemasangan alat pemantauan kualitas udara;

Pelaporan;

pengambilan contoh uji dan analisis sebagaimana tersebut dalam Lampiran II yang meliputi:

Metode penentuan tempat pengambilan contoh uji titik-titik lintas dalam emisi sumber tidak bergerak;

Metode penentuan kecepatan aliran dan tingkat aliran volumetrik gas dalam emisi sumber tidak bergerak;

Metode penentuan komposisi dan berat molekul gas dalam emisi sumber tidak bergerak;

Metode penentuan kandungan uap air gas buang dalam cerobong dari emisi sumber tidak bergerak;

Metode pengujian kadar partikulat dalam emisi sumber tidak bergerak secara Isokinetik;

Metode pengujian opasitas dalam emisi sumber tidak bergerak secara visual;
Metode pengujian kadar Sulfur Dioksida (SO₂) dalam emisi sumber tidak bergerak dengan alat Spektrofotometer secara Turbidimetri;
Metode pengujian kadar Sulfur Dioksida (SO₂) dalam emisi sumber tidak bergerak secara Titrimetri;
Metode pengujian kadar Nitrogen Oksida (NO_x) dalam emisi sumber tidak bergerak dengan alat Spektrofotometer secara Kolorimetri;
Metode pengujian kadar Total Sulfur Tereduksi (TRS) dalam emisi sumber tidak bergerak secara Oksida Termal;
Metode pengujian kadar Klorin dan Klor Dioksida (Cl₂ dan ClO₂) dalam emisi sumber tidak bergerak secara Titrimetri;
Metode pengujian kadar Hidrogen Klorida (HCl) dalam emisi sumber tidak bergerak dengan alat Spektrofotometer secara Merkuri Tiosianat;
Metode pengujian kadar Hidrogen Klorida (HCl) dalam emisi sumber tidak bergerak secara Titrimetri;

Persyaratan cerobong sebagaimana tersebut dalam Lampiran III yang meliputi:

Pengaturan cerobong.
Lubang sampling.
Sarana pendukung.

Unit pengendalian pencemaran udara sebagaimana tersebut dalam Lampiran IV yang antara lain:

Electrostatic Precipitator.
Siklon.
Pengumpul proses basah (Wet Process Collector).
Cartridge Collector.
Baghouses.

Pasal 2

Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan : di Jakarta
Pada tanggal : 10 Juli 1996
Kepala Badan Pengendalian
Dampak Lingkungan,
ttd

Sarwono Kusumaatmadja

LAMPIRAN I

1.1 Mekanisme Kunjungan Pendahuluan

Mekanisme kunjungan pendahuluan meliputi :

a. Perencanaan

Perencanaan dalam kunjungan pendahuluan meliputi :

- koordinasi dengan Pemda dalam hal perijinan;
- koordinasi pihak industri untuk memasuki lokasi;
- informasi tentang proses industri untuk mengetahui jenis industrinya;
- lokasi industri untuk memudahkan dalam analisis teknis dan perjalanan ke lokasi;
- lokasi pengambilan sampel (Contoh uji);
- ketersediaan peralatan seperti alat pengambilan contoh uji, larutan kimia, pompa serta lain-lainnya;
- sumber daya manusia untuk mengetahui keahlian dan jumlah petugas pemantauan kualitas udara;
- jadwal kerja dan transportasi ke lapangan harus disiapkan sebelum pengukuran dimulai.

b. Evaluasi Pendahuluan

Evaluasi pendahuluan meliputi :

- penyiapan peralatan untuk menentukan secara pasti jenis alat dan parameter serta lokasi yang akan diukur;
- survey untuk mengetahui kondisi fasilitas yang ada diantaranya:
 - kondisi lubang pengambilan contoh uji untuk penyesuaian diameter alat serta lubang yang tersedia sehingga pengambilan contoh uji dapat dilakukan ;
 - landasan kerja (plat form) untuk mengetahui kekuatan dan keeluasaan pada saat pengambilan contoh uji;
 - sumber listrik untuk mendukung peralatan yang memerlukan sumber listrik dalam pengoperasiannya;
 - alat derek peralatan untuk mengangkat peralatan ke lokasi pengambilan sehingga sedekat mungkin ke tempat pengambilan contoh uji;
 - fasilitas lainnya yang dianggap perlu.

1.2 Periode Pemantauan

Pemantauan kualitas udara emisi oleh pihak Industri harus dilakukan secara terus menerus untuk parameter yang mempunyai fasilitas pengukuran secara otomatis dan periode 6 bulan untuk peralatan manual dan dilaporkan kepada Gubernur/Pemerintah Daerah setempat

dengan tembusan kepada BAPEDAL. Jika terjadi kasus pencemaran atau dari hasil pemantauan rutin menunjukkan kondisi kualitas udara mendekati / melewati baku mutu, maka frekwensi pemantauan dapat ditingkatkan atau periode pemantauan menjadi lebih pendek yang dapat dilakukan oleh Pemerintah Daerah/Bapedal dalam upaya untuk pnaatan baku mutu.

- a. Pemantauan rutin yang dilakukan oleh penanggung jawab kegiatan berupa:
 - pemantauan secara terus menerus dengan menggunakan fasilitas peralatan secara otomatis
 - setiap periode 6 bulan dengan menggunakan peralatan manual.
- b. Pemantauan dalam rangka pentaatan/pengawasan ketentuan baku mutu emisi yang dilakukan oleh Pemerintah Daerah/Bapedal minimal tiap periode waktu 6bulan sekali
- c. Pemantauan tidak rutin yang dilakukan oleh Pemerintah Daerah/Bapedal untuk tujuan :
 - upaya pengendalian pencemaran udara karena kasus pencemaran atau karena dari hasil pemantauan rutin menghasilkan data kualitas udara melampaui baku mutu yang berlaku
 - pemeriksaan gangguan/kerusakan peralatan pengendalian pencemaran udara, atau gangguan/kerusakan bagian peralatan/proses yang menyebabkan baku nutu emisi udara terlampui

1.3 Penetapan Lokasi Pemantauan

a. Penetapan lokasi pemantauan emisi

- Ditentukan berdasarkan lokasi proses seperti yang tercantum di dalam baku mutu emisi.
- Ditentukan berdasarkan situasi lapangan sebagai hasil modifikasi proses produksi.

b. Penetapan lokasi pemantauan ambien

- Pertimbangan dalam menetapkan lokasi pemantauan ambien meliputi : arah angin, tata guna lahan, tinggi cerobong, luas sebaran bahan pencemar.
- Titik lokasi pemantauan pada: titik nilai ekstrim, pada kawasan pemukiman, kawasan kehidupan makhluk hidup lainnya atau pada tempat-tempat spesifik seperti rumah sakit, purbakala benda. Penetapan titik pemantauan dengan nilai ekstrim dapat dilakukan melalui pendekatan dengan model dispersi atau pengamatan lapangan.
- Pada arah angin dominan, titik pemantauan kualitas udara ambien minimum 2 titik dengan mengutamakan pada daerah pemukiman atau tempat-tempat sensitif. Sedangkan pada arah angin lainnya minimum 1 titik dengan kriteria penetapan lokasi seperti pada arah angin dominan seperti terlihat pada gambar 1.1. (Penetapan jarak titik pengambilan sampel dari industri akan ditetapkan oleh Pemerintah, sedangkan pemantauannya menjadi tanggung jawab industri). Data arah angin dapat merupakan data sekunder dari stasion meteorologis terdekat atau data pengukuran langsung di lapangan yang dapat digolongkan dalam satuan sepanjang waktu untuk satu arah tertentu atau arah angin pada tiap periode tertentu (harian, bulanan, tahunan).

c. Penetapan Lokasi Pemantauan Kondisi Meteorologis

Untuk mendukung pemantauan kualitas udara ambien, maka perlu dilakukan pemantauan kondisi meteorologis yang meliputi : arah angin, kecepatan angin, kelembaban dan temperatur. Penetapan lokasi pemantauan meteorologis di sekitar industri dilakukan dengan pertimbangan:

- Berlokasi pada salah satu lokasi pemantauan kualitas udara ambien.
- Untuk lokasi peralatan yang relatif dekat dengan bangunan / pohon tertinggi berlaku ketentuan:
 - Minimal 2,5 kali tinggi penghisap alat pemantau kualitas udara ambien yang membentuk sudut 30° terhadap bangunan/ pohon tertinggi
 - Minimal 2 meter lebih tinggi dari pada bangunan / pohon yang tertinggi di sekitarnya.
 - Tinggi lokasi penghisap alat pemantau kualitas udara minimal 3 meter .
 - Tinggi lokasi peralatan pemantau kondisi meteorologis minimal 10 meter.
- Untuk lokasi peralatan yang relatif jauh dengan bangunan / pohon tertinggi (jarak peralatan - pohon / bangunan minimal 10 kali tinggi pohon/bangunan), berlaku ketentuan :
 - Minimal 2,5 kali tinggi penghisap alat pemantau kualitas udara ambien.
 - Tinggi lokasi penghisap alat pemantau kualitas udara minimal 3 meter.
 - Tinggi lokasi peralatan pemantauan kondisi meteorologis minimal 10 meter.

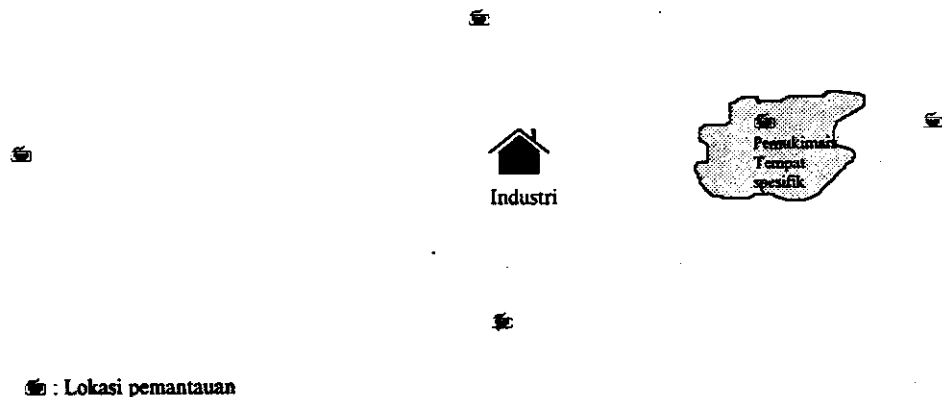
Penetapan lokasi pemantauan kondisi meteorologis dapat dilihat pada gambar 1.2

1.4 Pemasangan Peralatan Pemantauan Kualitas Udara Emisi

Untuk pemantauan yang terus menerus, diperlukan pemasangan alat pengukur kualitas udara emisi dengan persyaratan yang meliputi :

- Mendeteksi minimal semua parameter yang ada di dalam baku mutu emisi yang ditetapkan sesuai dengan jenis industrinya.
- Mendeteksi laju alir volume emisi yang dikeluarkan.
- Berada pada lokasi 8 diameter cerobong dari belokan, bagian bawah, *atau* 2 diameter dari ujung atas cerobong.
- Berada pada lokasi yang relatif memudahkan dalam pemeriksaan kualitas udara emisi, mudah terlihat.
- Berada pada lokasi yang relatif kuat untuk menjaga keamanan petugas pemeriksa atau alat pengukur kualitas udara.

Arah angin dominan

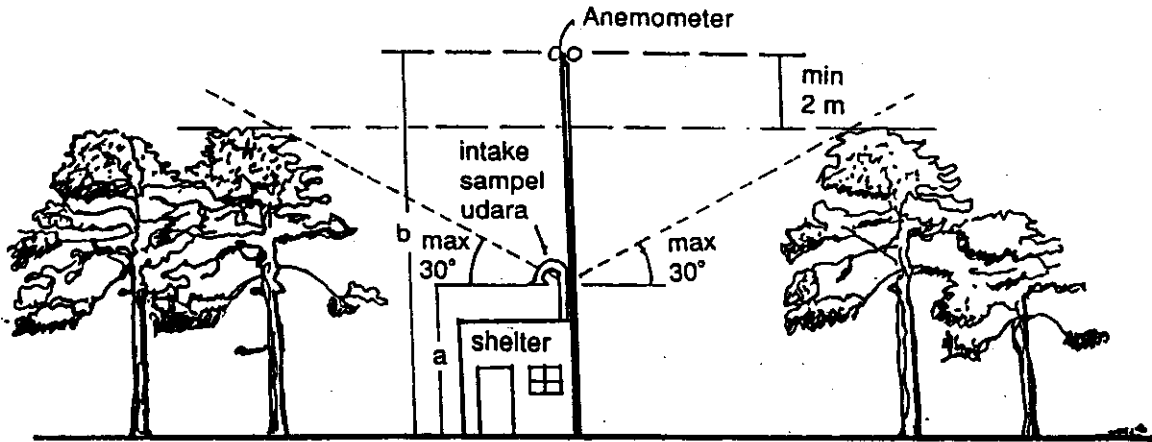


Gambar 1.1 Skema Penetapan Lokasi Pemantauan Kualitas Udara Ambien

Catatan:

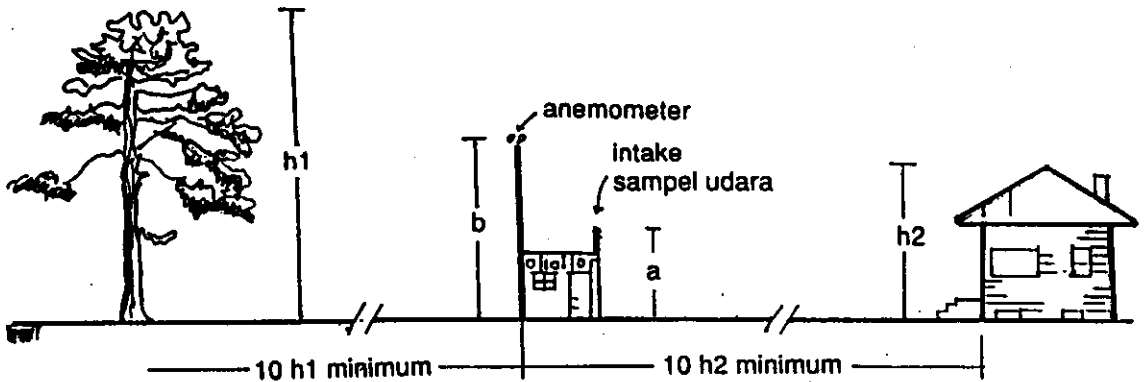
Jarak lokasi pemantauan dari industri ditentukan berdasarkan hasil pemodelan dispersi, pengamatan lapangan, pengukuran sesaat, dan lain-lain

Gambar 1.2 PENEMPATAN LOKASI PEMANTAUAN KONDISI METEOROLOGIS



Keterangan

- a = Tinggi Shelter + 0,5 m (minimal 3 m)
- b = Minimal 2,5 kali tinggi Shelter (minimal 10 m)



Keterangan

- a = Tinggi Shelter + 0,5 m (minimal 3 m)
- b = Minimal 2,5 kali tinggi Shelter (minimal 10 m)

1.5 Pelaporan

1. Laporan hasil pemantauan kualitas udara serta kapasitas produksi diserahkan ke Gubernur dengan tembusan kepada BAPEDAL tiap periode waktu :
 - 3 bulan untuk pemantauan rutin dengan menggunakan peralatan otomatis/kontinu (Form. PL-01).
 - 6 bulan dengan pemantauan dalam rangka pentaatan baku mutu emisi/pengawasan baku mutu dengan menggunakan peralatan manual (Form PL-02).
 - tertentu sesuai dengan kebutuhan untuk pemantauan tidak rutin dalam rangka pengendalian pencemaran udara karena kasus pencemaran, kondisi kualitas udara melampaui baku mutu, kerusakan/gangguan peralatan yang menyebabkan baku mutu emisi terlampaui (Form PL-03).
2. Laporan tersebut berisi semua informasi yang berkenaan dengan udara emisi, kualitas udara ambien dan operasional pabrik sebagai berikut :
 - Produksi perbulan
 - Data pemantauan kualitas udara emisi secara tidak kontinyu.
 - Data pemantuan kualitas udara emisi secara kontinyu.
 - Pemeriksaan terhadap peralatan pemantau serta penjelasan jika ada kerusakan.
 - Data pemantauan kualitas udara ambien dan data meteorologi.
 - Hasil pemantauan peralatan pengendalian pencemaran udara .
3. Menyerahkan kepada Bapedal laporan tahunan berisi data serta evaluasi data yang berhubungan dengan emisi pencemaran udara, tingkat kualitas udara, termasuk pengoperasian pabrik serta kinerja peralatan pengendalian pencemaran udara.
4. Jika terjadi pelanggaran atau keadaan darurat yang menyebabkan baku mutu emisi dilampaui wajib segera melaporkan kepada Bapedal. Laporan tersebut meliputi :
 - Tanggal dan waktu kejadian;
 - Bentuk pelanggaran dan kronologis kejadian secara lengkap dan terperinci.
 - Langkah-langkah yang diambil untuk memperbaiki pelanggaran atau keadaan darurat.
 - Langkah-langkah yang akan diambil untuk mencegah terjadinya pelanggaran baku mutu dimasa yang akan datang.

FORMULIR LAPORAN TRIWULAN
(Peralatan kontinu/otomatis)

1. Penanggung Jawab Pengisian Formulir

Nama: _____ Jabatan: _____

Telephon: _____

2. Nama Perusahaan/Pabrik : _____

3. Alamat Perusahaan/pabrik: _____

4. Jenis Industri : _____

5. Laporan Triwulan ke : _____ Tanggal: _____

6. Perubahan-perubahan yang terjadi terhadap proses yang berhubungan dengan emisi udara yang terjadi dalam kurun waktu 3 bulan sebelum dan setelah pelaporan ini (ada/tidak ada) _____

Jika ada, mohon dilampirkan laporan dengan formulir kerusakan/gangguan.

7. Produksi perbulan untuk tiap produk yang dihasilkan:

| No. | Jenis Produk | Jumlah | | | Keterangan * |
|-----|--------------|----------------------|--|--|--------------|
| | | (satuan massa/Bulan) | | | |
| | | Bulan | | | |
| I | II | III | | | |
| | | | | | |

(*) Jumlah produk tercatat dihasilkan pada kapasitas normal atau tidak normal.

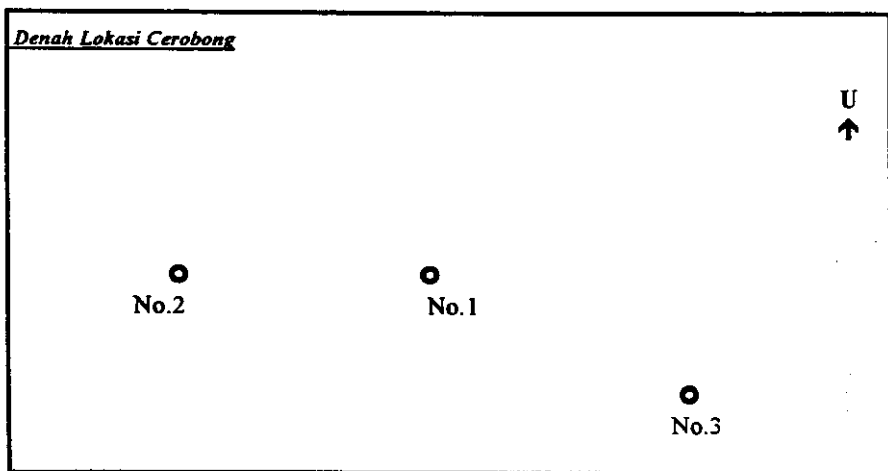
8. Jumlah sumber emisi (sesuai Kepmen 13/MenLH/1995): _____

9. Data emisi untuk pemantauan rutin dari peralatan kontinu/otomatis.

a) Sumber Emisi : _____

- Jumlah parameter: _____
- Parameter: _____ Baku Mutu Emisi: _____ mg/m^3
_____ mg/m^3
_____ mg/m^3
_____ mg/m^3
- Stack/cerobong nomor _____ (sesuai dengan denah lokasi cerobong seperti contoh di bawah)
Diameter _____ Tinggi _____

Denah Lokasi Cerobong



Catatan: cerobong no.1 dipakai sebagai basis (koordinat (0 m,0 m)) misalnya seperti denah di atas cerobong no.2 berlokasi (-20m , 0 m), cerobong no.3 berlokasi (+22 m, -12 m).

- Bagaimana kalibrasi Peralatan otomatis / kontinu :
otomatis/ kontinu atau manual (coret yang tidak perlu)

Jika manual perioda waktu _____

Tabel hasil pemantauan rutin sbb:

| No. | Tanggal | Waktu | Parameter | | | | Keterangan |
|-----|---------|-------|-----------|--|--|--|------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

b) Sumber Emisi : _____

- Jumlah parameter: _____
- Parameter: 1. _____ Baku Mutu Emisi: _____ mg/m^3
2. _____ mg/m^3
3. _____ mg/m^3
4. _____ mg/m^3
5. _____ mg/m^3
6. _____ mg/m^3

Tabel hasil pemantauan rutin sbb:

| No. (a) | Tanggal (b) | Selang Waktu (c) | Parameter (mg/m^3) (d) | | | | Keterangan (e) |
|------------|----------------|---------------------|--------------------------------------|---|---|---|----------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | | | | | | | |

Keterangan pengisian tabel pemantauan rutin:

1. Kolom (b): - Tanggal diambil minimal 1 hari dari tiap minggu selama 3 bulan terakhir (Minimal terdapat 12 hari pelaporan), dengan catatan bahwa hari yang dilaporkan adalah hari terjadinya emisi tertinggi dalam satu minggu.
 - Dalam kasus tertentu yaitu misalnya melampui baku mutu emisi (KepMen 13/MenLH/1995), maka harus dilaporkan tanggalnya (kolom b) dan lamanya waktu berlangsung (kolom c), walaupun dalam satu minggu terjadinya bisa lebih dari 1 hari.
 2. Kolom (c): Diisi interval/selang waktu (dalam menit atau jam) selama dikeluarkannya emisi tertinggi untuk tanggal yang bersangkutan.
 3. Kolom (d) : - diisi untuk tiap parameter yang dipantau (sesuai dengan KepMen 13/MenLH/1995)
 - Pelaporan/pencatatan hanya dilakukan untuk kadar emisi tertinggi yang dicapai dalam kurun waktu 3 (tiga) bulan sebelum tanggal pelaporan.
 - Jumlah kolom dapat ditambah.
- c) Sumber Emisi : _____
(untuk sumber emisi lain dapat dibuat seperti point (a) dan (b))

FORMULIR LAPORAN ENAM BULANAN*(Peralatan manual)*

1. Penanggung Jawab Pengisian Formulir

Nama: _____ Jabatan: _____

Telephon: _____

2. Nama Perusahaan/Pabrik : _____

3. Alamat Perusahaan/pabrik: _____

4. Jenis Industri : _____

5. Laporan Triwulan ke : _____ Tanggal: _____

6. Perubahan-perubahan yang terjadi terhadap proses yang berhubungan dengan emisi udara yang terjadi dalam kurun waktu 3 bulan sebelum dan setelah pelaporan ini (ada/tidak ada) _____

Jika ada, mohon dilampirkan laporan dengan formulir kerusakan/gangguan.

7. Produksi perbulan untuk tiap produk yang dihasilkan:

| No. | Jenis Produk | Jumlah (satuan massa/Bulan) | | | Keterangan * |
|-----|--------------|--------------------------------|----|-----|--------------|
| | | Bulan | | | |
| | | I | II | III | |
| | | | | | |

(*) Jumlah produk tercatat dihasilkan pada kapasitas normal atau tidak normal

| No. | Cerobong | | | Sumber emisi proses | Parameter' | | | | Keterangan |
|-----|----------|------|-------|------------------------|------------|--|--|--|------------|
| | No | D(m) | H(m) | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

- Keterangan: - Kolom nomor cerobong sesuai dengan denah lokasi cerobong
 - Kolom Parameter diisi untuk tiap jenis parameter emisi yang diukur sesuai dalam Kepmen 13, dalam konsentrasi mg/M³ (Jumlah kolom dapat ditambah)

LAPORAN KERUSAKAN/GANGGUAN
(Laporan diajukan hanya jika terjadi kerusakan/gangguan)

I. Identitas Perusahaan

1. Penanggung Jawab Pengisian Formulir

Nama: _____ Jabatan: _____

Telephon: _____

2. Nama Perusahaan/Pabrik : _____

3. Alamat Perusahaan/pabrik: _____

4. Jenis Industri : _____

II. Sumber Gangguan/Kerusakan

III. Sebab-Sebab Gangguan/Kerusakan

IV. Waktu Terjadi Gangguan/Kerusakan

V. Tindakan yang diambil

VI. Rencana yang diambil dimasa datang untuk menghindari gangguan yang sama

Catatan: dapat ditambahkan halaman lain jika perlu

**METODE PENENTUAN
TEMPAT PENGAMBILAN CONTOH UJI
DAN TITIK-TITIK LINTAS
DALAM EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK**

BAB I

DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode penentuan ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan penentuan tempat pengambilan contoh uji dan titik-titik lintas di cerobong atau duct pada penentuan kadar partikulat dan gas buang yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode penentuan tempat pengambilan contoh uji dan titik-titik lintas pada penentuan kadar partikulat dan gas buang yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup penentuan tempat pengambilan contoh uji meliputi :

- 1) cara penentuan tempat pengambilan contoh uji;
- 2) cara penentuan jumlah minimum titik-titik lintas.

1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode penentuan tempat pengambilan contoh dan titik-titik lintas ini :

- 1) titik-titik lintas (*travers*) adalah jumlah minimum titik pengambilan contoh yang mewakili melalui suatu penampang lintang cerobong;
- 2) emisi adalah makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien;
- 3) diameter ekuivalen adalah diameter yang mewakili sistem cerobong dalam penentuan titik pengambilan contoh uji dan titik-titik lintas.

BAB II CARA PELAKSANAAN

2.1 Cara pemilihan Lokasi Pengukuran.

Pemilihan lokasi pengukuran kecepatan aliran dilaksanakan pada suatu tempat paling sedikit 8 kali diameter cerobong dari aliran bawah (hulu) dan 2 kali diameter dari aliran atas (hilir) dan bebas dari sembarang gangguan aliran seperti bengkokan, ekspansi, atau pengecilan aliran di dalam cerobong.

Jika perlu lokasi alternatif dapat dipilih pada posisi paling tidak 2D aliran bawah (B) dan 0,5 D aliran atas (A) dari sembarang aliran gangguan. Untuk cerobong berpenampang empat persegi panjang, dapat ditentukan dengan diameter ekuivalen (D_e) sebagai berikut :

$$D_e = 2 LW / (L + W)$$

D_e = diameter ekuivalen

L = panjang cerobong

W = lebar cerobong

Untuk cerobong pada aliran atas berdiameter dalam lebih kecil (d) dari diameter dalam aliran bawah (D), dapat ditentukan dengan diameter ekuivalen (D_e) sebagai berikut :

$$D_e = 2 d D / (D + d)$$

D_e = diameter ekuivalen

D = diameter dalam cerobong bawah

d = diameter dalam cerobong atas

2.2 Cara Penentuan Titik-Titik Lintas

2.2.1 Lintasan Partikulat

Bila kriteria 2D dan 8D dipenuhi maka jumlah minimum titik-titik lintas memenuhi :

- 1) 12 titik untuk cerobong berbentuk bulat atau empat persegi panjang dengan $D_e > 0,61$ meter
- 2) 8 titik untuk cerobong bulat dengan $D_e = 0,30 - 0,61$ meter
- 3) 9 titik untuk cerobong empat persegi panjang dengan $D_e = 0,30 - 0,61$ meter

Bila kriteria 8D dengan 2D tidak dipenuhi maka jumlah minimum titik lintas ditentukan dari Gambar 2-1-1 untuk pengambilan contoh uji partikulat dan gambar 2-1-2 untuk pengukuran kecepatan. Sebelum mengacu pada gambar, harus ditentukan terlebih dahulu jarak dari lokasi pengukuran yang dipilih ke gangguan aliran atas dan bawah yang terdekat, dan membaginya masing-masing jarak dengan diameter cerobong untuk menentukan jarak diameter duct. Selanjutnya dari Gambar 2-1-1 dan gambar 2-1-2 dapat ditentukan titik-titik minimum dari jumlah ekuivalen yang dapat dinyatakan :

- 1) dengan jumlah diameter dakt aliran atas (A), dan
- 2) dengan jumlah diameter dakt aliran bawah (B).

Pilihlah 2 titik lintas minimum yang paling tinggi, atau angka yang lebih besar, sehingga angka pada cerobong bulat merupakan kelipatan dari 4, dan untuk cerobong empat persegi panjang lihat Tabel 2-1-1.

Tabel LII-1-1
Lay Out Luas Penampang Cerobong Empat Persegi Panjang

| Jumlah Titik Lintas | Matriks |
|---------------------|---------|
| 9 | 3 x 3 |
| 12 | 3 x 4 |
| 16 | 4 x 4 |
| 20 | 5 x 4 |
| 25 | 5 x 5 |
| 30 | 6 x 5 |
| 36 | 6 x 6 |
| 42 | 7 x 6 |
| 49 | 7 x 7 |

2.2.2 Lay Out dan Lokasi Titik-titik Lintas

a) cerobong bulat

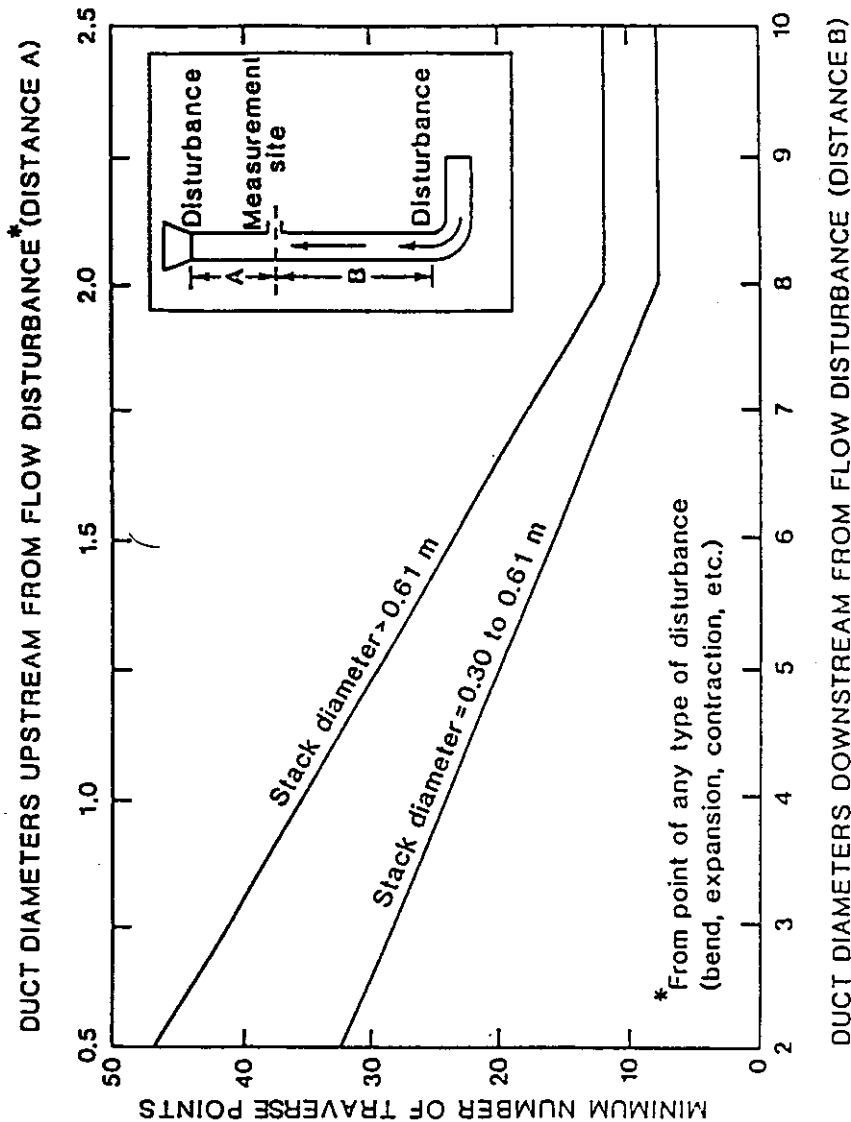
Untuk cerobong bulat, titik pengambilan contoh harus ditempatkan pada titik tengah daerah sama seperti ditunjukkan dalam gambar 2-1-3 dan tabel 2-1-2.

b) cerobong empat persegi panjang

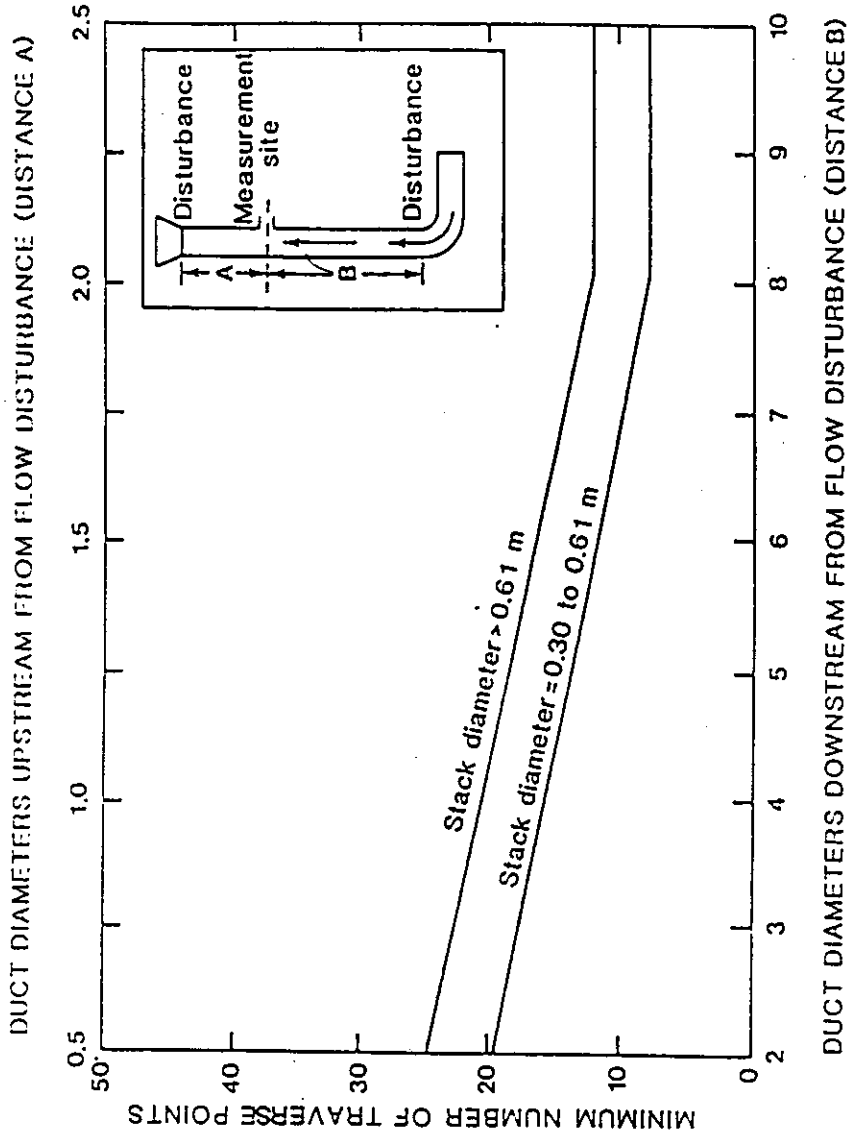
Titik pengambilan contoh harus ditempatkan pada titik tengah daerah persegi panjang seperti ditunjukkan pada gambar 2-1-4.

Untuk titik-titik lintas partikulat, salah satu harus berada dalam sebuah bidang yang mempunyai berbagai konsentrasi yang berbeda seperti pada setelah bengkokan, salah satu diameter harus berada dalam bidang bengkokan.

Selain itu jika sebuah titik-titik lintas kurang dari 2,5 cm pada $D > 0,61$ m atau 1,3 cm pada $D < 0,61$ m dari dinding cerobong maka pindahkan titik-titik lintas pada jarak 2,5 cm pada $D > 0,61$ atau 1,3 cm pada $D < 0,61$ m dari dinding atau sama dengan diameter nozzle, pilih mana yang lebih jauh.



Gambar 2-1-1 Jumlah Minimum Titik Lintas Untuk Partikulat

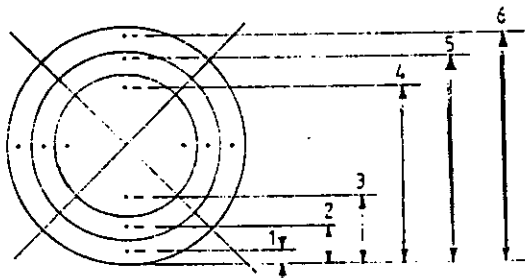


DUCT DIAMETERS UPSTREAM FROM FLOW DISTURBANCE (DISTANCE A)

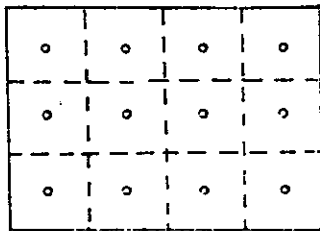
DUCT DIAMETERS DOWNSTREAM FROM FLOW DISTURBANCE (DISTANCE B)

Gambar 2-1-2 Jumlah Minimum Titik Lintas Untuk Kecepatan

| TRAVERS POINT | DISTANCE % OF DIA METER |
|---------------|----------------------------|
| 1 | 4.4 |
| 2 | 14.7 |
| 3 | 29.5 |
| 4 | 70.5 |
| 5 | 85.3 |
| 6 | 95.6 |



Gambar 2-1-3 : Lokasi titik lintas pada penampang berbentuk lingkaran dibagi menjadi 12 area yang sama



Gambar 2-1-4 : Lokasi titik lintas pada penampang berbentuk segiempat dibagi menjadi 12 area yang sama

Tabel 2-1-2 Lokasi Titik Lintas Pada Cerobong Berbentuk Lingkaran

| Percent of Stack Diameter from Inside Wall to Traverse Point | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Traverse Point Number On a Diameter | Number of traverse points on a diameter | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 |
| 1 | 14.6 | 6.7 | 4.4 | 3.3 | 2.5 | 2.1 | 1.8 | 1.6 | 1.4 | 1.3 | 1.1 | 1.1 |
| 2 | 85.4 | 25.0 | 14.7 | 10.5 | 8.2 | 6.7 | 5.7 | 4.9 | 4.4 | 3.9 | 3.5 | 3.2 |
| 3 | | 75.0 | 29.5 | 19.4 | 14.6 | 11.8 | 9.9 | 8.5 | 7.5 | 6.7 | 6.0 | 5.5 |
| 4 | | 93.3 | 70.5 | 32.3 | 22.6 | 17.7 | 14.6 | 12.5 | 10.9 | 9.7 | 8.7 | 7.9 |
| 5 | | | 85.3 | 67.7 | 34.2 | 25.0 | 20.1 | 16.9 | 14.6 | 12.9 | 11.6 | 10.5 |
| 6 | | | 95.6 | 80.6 | 65.8 | 35.5 | 26.9 | 22.0 | 18.8 | 16.5 | 14.6 | 13.2 |
| 7 | | | | 89.5 | 77.4 | 64.5 | 36.6 | 28.3 | 23.6 | 20.4 | 18.0 | 16.1 |
| 8 | | | | 96.7 | 85.4 | 75.0 | 63.4 | 37.5 | 29.6 | 25.0 | 21.8 | 19.4 |
| 9 | | | | | 91.8 | 82.3 | 73.1 | 62.5 | 38.2 | 30.6 | 26.1 | 23.0 |
| 10 | | | | | 97.5 | 88.2 | 79.9 | 71.7 | 61.8 | 38.8 | 31.5 | 27.2 |
| 11 | | | | | | 93.3 | 85.4 | 78.0 | 70.4 | 61.2 | 39.3 | 32.3 |
| 12 | | | | | | 97.9 | 90.1 | 83.1 | 76.4 | 69.4 | 60.7 | 39.8 |
| 13 | | | | | | | 94.3 | 87.5 | 81.2 | 75.0 | 68.5 | 60.2 |
| 14 | | | | | | | 98.2 | 91.5 | 85.4 | 79.6 | 73.9 | 67.7 |
| 15 | | | | | | | | 95.1 | 89.1 | 83.5 | 78.2 | 72.8 |
| 16 | | | | | | | | 98.4 | 92.5 | 87.1 | 82.0 | 77.0 |
| 17 | | | | | | | | | 95.6 | 90.3 | 85.4 | 80.6 |
| 18 | | | | | | | | | 98.6 | 93.3 | 88.4 | 83.9 |
| 19 | | | | | | | | | | 96.1 | 91.3 | 86.8 |
| 20 | | | | | | | | | | 98.7 | 94.0 | 89.5 |
| 21 | | | | | | | | | | | 96.5 | 92.1 |
| 22 | | | | | | | | | | | 98.9 | 94.5 |
| 23 | | | | | | | | | | | | 96.8 |
| 24 | | | | | | | | | | | | 98.9 |

2.3 Laporan

Catat pada formulir kerja hal-hal sebagai berikut :

- 1) nama pemeriksa;
- 2) lokasi pengambilan contoh uji;
- 3) waktu pengambilan;
- 4) tanggal pengambilan;
- 5) nomor cerobong;
- 6) tinggi cerobong;
- 7) diameter atas;
- 8) diameter bawah;
- 9) diameter ekuivalen;
- 10) tinggi titik pengambilan contoh uji;
- 11) jumlah titik-titik lintas.

**METODE PENENTUAN
KECEPATAN ALIRAN DAN TINGKAT ALIRAN
VOLUMETRIK GAS
DALAM EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK**

BAB I

DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode penentuan ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan penentuan kecepatan aliran dan tingkat aliran volumetrik gas buang yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode penentuan ini untuk menentukan kecepatan aliran dan tingkat aliran volumetrik gas buang yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi :

- 1) cara penentuan kecepatan aliran dan tingkat aliran volumetrik gas buang yang diemisikan sumber tidak bergerak;
- 2) metode ini digunakan untuk pengukuran kecepatan rata - rata sebuah aliran gas dan penentuan jumlah aliran gas dan dapat diterapkan dalam situasi di mana kecepatan gas bervariasi menurut waktu.

1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini :

- 1) **emisi** adalah makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien;
- 2) **kecepatan aliran gas** adalah kecepatan aliran gas dalam cerobong yang ditentukan dari berat jenis gas dan dari pengukuran tekanan kecepatan menggunakan tabung pitot tipe- S;
- 3) **tingkat aliran volumetrik** adalah kecepatan aliran gas dalam cerobong yang ditentukan dari pengukuran kecepatan aliran gas, temperatur, tekanan absolut, komposisi gas kering, kandungan uap air dan diameter cerobong.

BAB II CARA PELAKSANAAN

2.1 Peralatan

- 1) tabung pitot tipe S dan termokopel seperti pada gambar 2-2-1;
- 2) barometer;
- 3) manometer;
- 4) termometer atau termokopel;
- 5) analiser gas.

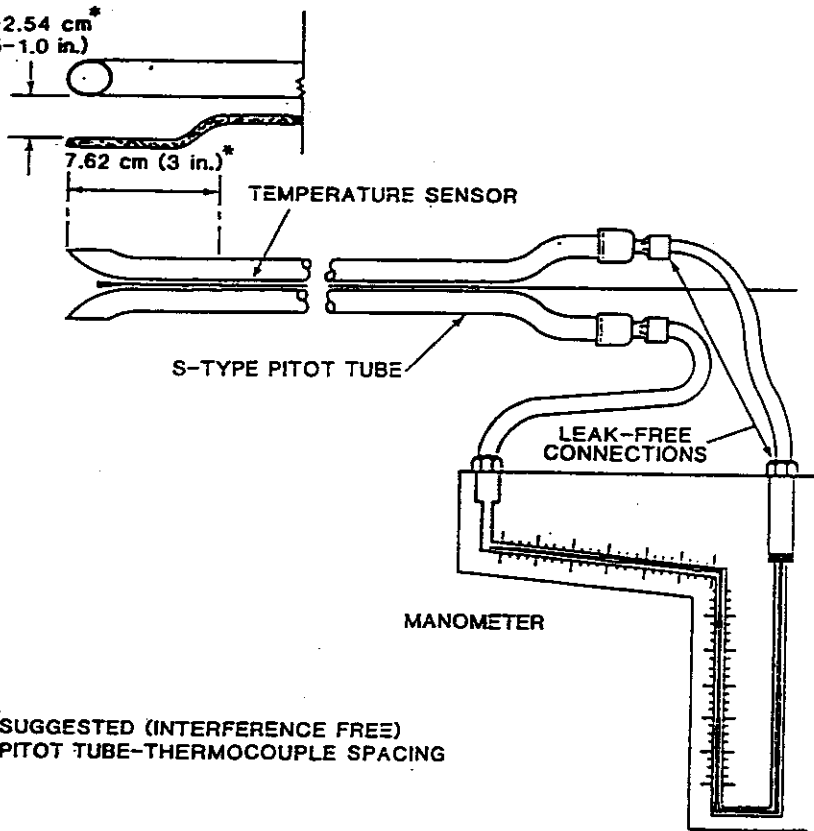
2.2 Persiapan Benda Uji

Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut :

2.2.1 Pengambilan Contoh Uji

- 1) rakit peralatan pengambil contoh uji sesuai gambar 2-2-1;
- 2) periksa rakitan peralatan untuk memastikan tidak ada kebocoran;
- 3) ukur diameter cerobong dan tentukan titik-titik lintas sesuai Metode Penentuan Lokasi Contoh Uji;
- 4) ukur secara bersamaan tekanan kecepatan dan suhu pada setiap titik lintas tersebut dan catat hasil pengukuran dalam lembaran data yang ditunjukkan dalam tabel 2-2-1;
- 5) tentukan tekanan statis gas buang dengan melepas satu pipa pada tabung pitot dari manometer lalu putar rakitan sampai bukaan pada tabung pitot tegak lurus terhadap aliran gas;
- 6) bacaan ini dapat positif atau negatif tergantung dari kondisi cerobong;
- 7) jika digunakan sebuah magnehelic untuk mengukur tekanan statis maka perlu untuk memutar sambungan pitot dalam hal tekanan statis negatif, ini akan memungkinkan sebuah tekanan statis negatif untuk ditunjukkan dalam sebuah skala positif;
- 8) catat tekanan atmosfer P_b ;
- 9) tentukan berat molekul gas cerobong sesuai Metode Penentuan Komposisi dan Berat Molekuler Gas Dalam Emisi Sumber Tidak Bergerak.

1.90-2.54 cm*
(0.75-1.0 in.)



TEMPERATURE SENSOR

S-TYPE PITOT TUBE

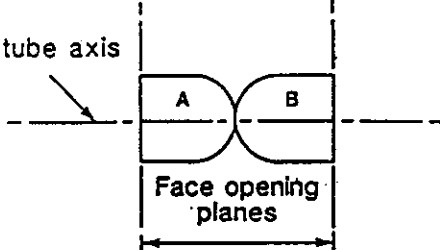
LEAK-FREE CONNECTIONS

MANOMETER

* SUGGESTED (INTERFERENCE FREE)
PITOT TUBE-THERMOCOUPLE SPACING

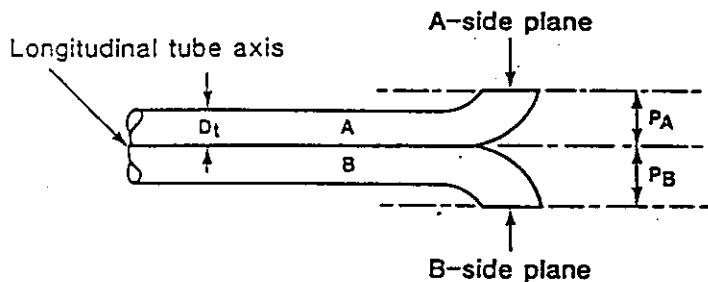
Gambar 2 - 2 - 1 Pitot Tube Tipe-S dan Perlengkapan Manometer

Transverse tube axis



END VIEW

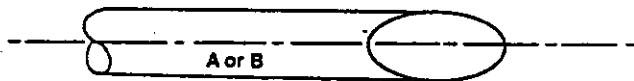
Longitudinal tube axis



Note:

$$1.05 D_t \leq P \leq 1.50 D_t$$
$$P_A = P_B$$

TOP VIEW



SIDE VIEW

Gambar 2 - 2 - 2 Spesifikasi Teknis Pitot Tube Tipe-S

2.3 Perhitungan

Perhitungan kecepatan gas buang pada titik-titik lintas (travers) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$U_s = K_p C_p (T_s \cdot \Delta P / P_s \cdot M_s)^{1/2}$$

Keterangan :

U_s = kecepatan gas buang, m/s

K_p = konstanta, 125,53 m/s (Kg/K kmol)^{1/2}

C_p = koefisien tabung pitot tipe S

T_s = suhu mutlak gas buang, °K

ΔP = tekanan kecepatan gas buang, mm H₂O

P_s = tekanan absolut gas buang, mm Hg

M_s = berat molekuler gas buang atas dasar basah, kg/kg mol

Penentuan tekanan absolut gas buang dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_s = P_b + P_{stat}$$

Keterangan :

P_s = tekanan mutlak gas buang, mm Hg

P_b = tekanan barometrik di lokasi pengambilan contoh uji, mm Hg

P_{stat} = tekanan statis gas buang, mm Hg

Penentuan kecepatan rata-rata gas buang dengan merata-rata kecepatan gas masing-masing pada setiap titik dalam cerobong. Penentuan tingkat aliran gas volumetrik dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q_s = \frac{(U_s)_{avg} \cdot A_s (1 - B_{wo}) T_{ref} \cdot P_s}{(T_s)_{avg} \cdot P_{ref}}$$

Keterangan :

Q_s = tingkat aliran gas volumetrik atas dasar kering pada kondisi standar, m³/s

$(U_s)_{avg}$ = kecepatan rata-rata gas buang, m/s

A_s = luas penampang cerobong, m²

- B_{wo} = fraksi volume uap air dalam gas
 T_{ref} = suhu absolut pada kondisi standar, 298 ° K
 P_s = tekanan absolut gas buang, mm Hg
 $T_s)_{avg}$ = suhu absolut rata-rata gas buang, ° K
 P_{ref} = tekanan absolut pada kondisi standar, mm Hg

2.4 Laporan

Catat pada formulir kerja hal-hal sebagai berikut :

- 1) parameter yang diperiksa;
- 2) nama pemeriksa;
- 3) tanggal pemeriksaan;
- 4) nomor laboratorium;
- 5) nomor contoh uji;
- 6) lokasi pengambilan contoh uji;
- 7) waktu pengambilan;
- 8) nama pengawas/ahli dan penanggung jawab pekerjaan;
- 9) kecepatan gas buang dan tingkat aliran gas volumetrik dalam benda uji.

Tabel 2-2-1
LEMBAR DATA TITIK-TITIK LINTAS KECEPATAN

Pabrik Diameter cerobong.....
 Lokasi..... Tekanan Barometrik (mm HG).....
 Test Tekanan statis di cerobong (mm Hg).....
 Tanggal Koefisien Pitot tipe S.....
 Waktu mulai Operator.....
 Waktu selesai.....

| Titik-titik lintas | Tekanan kecepatan gas cerobong | Suhu gas cerobong | Rujukan tekanan kecepatan | Suhu rujukan | Kecepatan gas cerobong U_S atau U_R |
|--------------------|--------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|---|
| | | | | | |

Rata-rata U_S :

Rata-rata U_R :

**METODE PENENTUAN
KOMPOSISI DAN BERAT MOLEKULER GAS
DALAM EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK**

BAB I

DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode penentuan ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan penentuan komposisi dan berat molekuler gas buang yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode penentuan ini untuk menentukan komposisi dan berat molekuler gas buang yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi :

- 1) cara penentuan komposisi dan berat molekuler gas buang yang diemisikan dari sumber tidak bergerak;
- 2) metode ini diterapkan pada aliran gas dimana semua konsentrasi gas-gas yang ada dapat dianalisis.

1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini :

- 1) emisi adalah makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien

BAB II **CARA PELAKSANAAN**

2.1 Peralatan

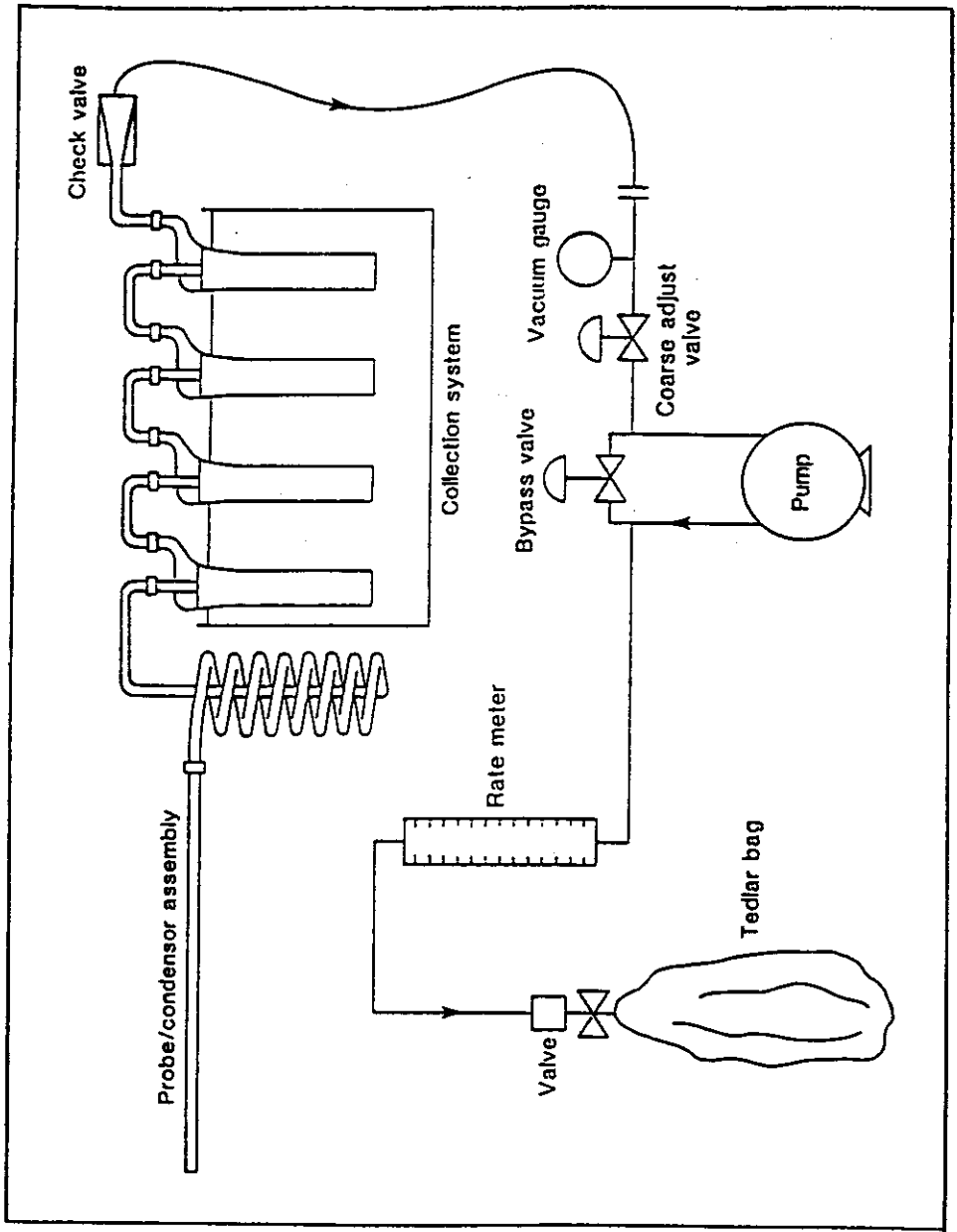
- 1) pipa pengambil contoh uji gas;
- 2) alat ekstraksi contoh uji (orsat) atau alat ukur gas CO₂ dan O₂ otomatis;
- 3) alat pemisah air;
- 4) klep;
- 5) rotameter;
- 6) kantong fleksibel;
- 7) alat analisis gas;
- 8) pompa.

2.2 Persiapan Benda Uji

Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut :

2.2.1 Pengambilan Contoh Uji

- 1) rakit peralatan pengambil contoh uji sesuai gambar 2-3-1;
- 2) periksa rakitan peralatan untuk memastikan tidak ada kebocoran;
- 3) kosongkan kantong tedlar dan sambungkan rakitan pengambilan contoh uji;
- 4) pasang pipa pengambil contoh uji di tengah cerobong atau di sebuah titik yang jaraknya minimum 1,0 meter dari dinding cerobong;
- 5) contoh uji diambil pada keadaan konstan dan bilas kantong tedlar dengan membuang isi gas dan ulangi 2 sampai 3 kali;
- 6) ukur konsentrasi gas CO₂ dan O₂ menggunakan alat orsat atau alat untuk CO₂ dan O₂ otomatis;
- 7) catat hasil pengukuran pada lembaran data yang ditunjukkan dalam lembar data lapangan.



Gambar 2 - 3 - 1 Rangkaian Alat Pengambilan Contoh Gas

2.3 Perhitungan

Perhitungan berat molekuler gas buang atas dasar kering dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$M_d = 0,44(\%CO_2) + 0,32(\%O_2) + 0,28[100 - (\%CO_2 + \%O_2)]$$

Keterangan :

M_d = berat molekuler gas buang atas dasar kering (kg/kmol)

$\%CO_2$ = persen karbon dioksida

$\%O_2$ = persen oksigen

Penentuan berat molekuler gas buang atas dasar basah ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$M_s = M_d (1 - B_{wo}) + 18 B_{wo}$$

Keterangan :

M_s = berat molekuler gas buang atas dasar basa (kg/kmol)

B_{wo} = fraksi desimal dengan volume dari uap air dalam gas-gas buang

M_d = berat molekuler gas buang atas dasar kering (kg/kmol)

2.6 Laporan

Catat pada formulir kerja hal-hal sebagai berikut :

- 1) parameter yang diperiksa;
- 2) nama pemeriksa;
- 3) tanggal pemeriksaan;
- 4) nomor laboratorium;
- 5) nomor contoh uji;
- 6) lokasi pengambilan contoh uji;
- 7) waktu pengambilan;
- 8) nama pengawas/ahli dan penanggung jawab pekerjaan;
- 9) komposisi dan berat molekuler gas buang dalam benda uji.

TABEL 2-3-1
LEMBAR DATA KOMPOSISI GAS

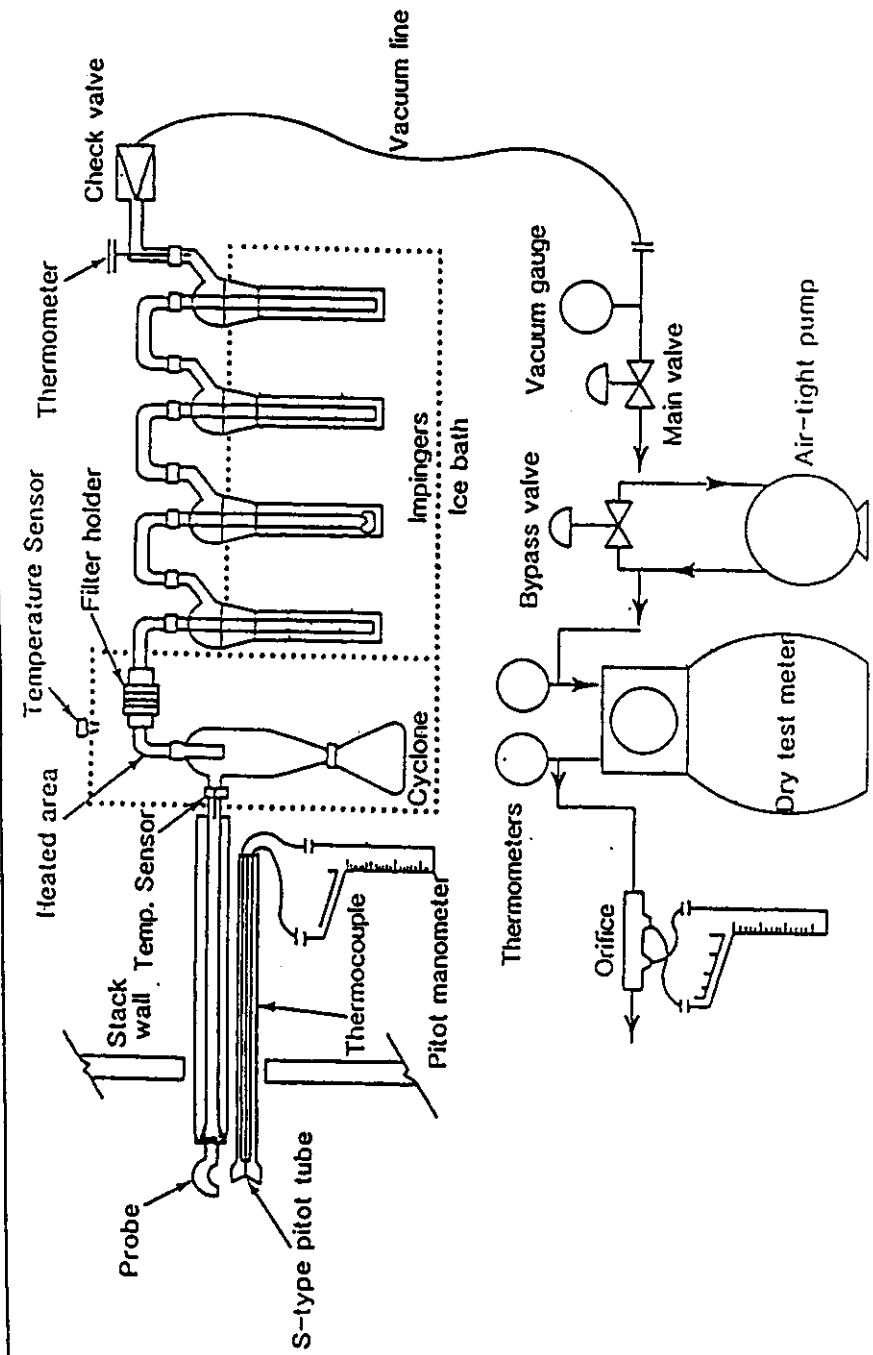
Pabrik :
Lokasi :
Test :
Tanggal :
Operator :

| Waktu | Nomor Test | %CO ₂ | %O ₂ |
|-------|------------|------------------|-----------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Rata-rata

Rata-rata

**METODE PENENTUAN
KANDUNGAN UAP AIR GAS BUANG
DALAM CEROBONG
DARI EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK**



Gambar 2 - 4 - 1 Rangkaian Alat Untuk Pengambilan Contoh Partikulat

2.3 Perhitungan

Perhitungan volume contoh uji gas kering dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$(V_m)_{ref} = v V_m (T_{ref}/T_m) (P_b + \Delta H/P_{ref})$$

Keterangan :

$(V_m)_{ref}$ = volume gas yang melalui meteran gas kering pada kondisi normal (293^oK, 101,3 kPa), M³

v = faktor koreksi meteran gas kering

V_m = volume gas yang diukur dengan meteran gas kering pada kondisi meteran, M³

ΔH = turunnya tekanan rata-rata di orifis, kPa

T_{ref} = suhu mutlak (293^oK)

T_m = suhu meteran rata-rata, ^oK

P_b = tekanan barometrik, kPa

P_{ref} = tekanan mutlak, 101,3 kPa

Volume uap air gas yang terkumpul ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$(V_w)_{ref} = \frac{\Delta W.R. T_{ref}}{P_{ref} .MH_2O.10^6}$$

Keterangan :

$(V_w)_{ref}$ = volume uap air yang terkumpul pada kondisi referensi, M³

ΔW = kenaikan total berat dalam impinger, gram

R = konstanta gas ideal, 8,31 kPa. M³/kmol ^oK

T_{ref} = suhu mutlak, 293^oK

P_{ref} = tekanan mutlak, 101,3 kPa

MH_2O = berat molekul air, 18 kg/kmol

Kandungan uap air dalam gas kemudian ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$B_{wo} = \frac{(V_w)_{ref}}{(V_w)_{ref} + (V_m)_{ref}}$$

Keterangan :

B_{wo} = fraksi dengan volume uap air dalam aliran gas

$(V_w)_{ref}$ = volume uap air dalam contoh uji gas pada kondisi standar, M^3

$(V_m)_{ref}$ = volume contoh uji gas melalui meteran gas kering pada kondisi standar, M^3

2.4 Laporan

Catat pada formulir kerja hal-hal sebagai berikut :

- 1) nama pemeriksa;
- 2) lokasi pengambilan contoh;
- 3) waktu pengambilan contoh;
- 4) nomor cerobong;
- 5) tinggi cerobong;
- 6) tinggi titik pengambilan contoh;
- 7) kandungan uap air gas buang dalam benda uji.

TABEL 2-4-1
LEMBAR DATA ANALISIS UAP AIR GAS CEROBONG

| Waktu (menit) | Bacaan Volume Meteran (M ³) | Suhu Meteran °C | | Turunnya tekanan orifis (ΔH) (kPa) |
|---------------|---|-----------------|--------|--|
| | | Inlet | Outlet | |
| | | | | |

**METODE PENGUJIAN
KADAR PARTIKULAT
DALAM EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK
SECARA ISOKINETIK**

BAB I DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian kadar partikulat dalam cerobong gas buang yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh kadar partikulat dalam cerobong gas buang secara isokinetik pada emisi sumber tidak bergerak dan kadarnya ditentukan secara gravimetrik.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi :

Cara pengujian kadar partikulat dalam emisi gas buang antara 2 - 400 mg/m³ .

1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini :

- 1) **Isokinetik** adalah kecepatan linier gas yang masuk dalam nosel pengambil contoh uji sama dengan kecepatan linier gas pada titik pengambilan contoh uji dalam cerobong;
- 2) **Emisi** adalah makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien;
- 3) **Lokasi pengambilan Contoh Uji** adalah titik pengambilan contoh uji yang harus mewakili emisi gas buang pada cerobong secara keseluruhan;

BAB II

CARA PELAKSANAAN

2.1 Peralatan

- 1) Rangkaian pengambil contoh (gambar 2-5-1);
- 2) Pipa pengambil contoh uji (Probe);
- 3) Katup pengambil contoh;
- 4) Tabung Pitot tipe-S;
- 5) Alat ukur suhu;
- 6) Alat ukur tekanan difeirensial;
- 7) Pegangan Filter ;
- 8) Siklon (Opsional);
- 9) Filter;
- 10) Impinger;
- 11) Sistem pengukuran;
- 12) Barometer;
- 13) Sikat untuk probe.

2.2 Persiapan Benda Uji

Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut :

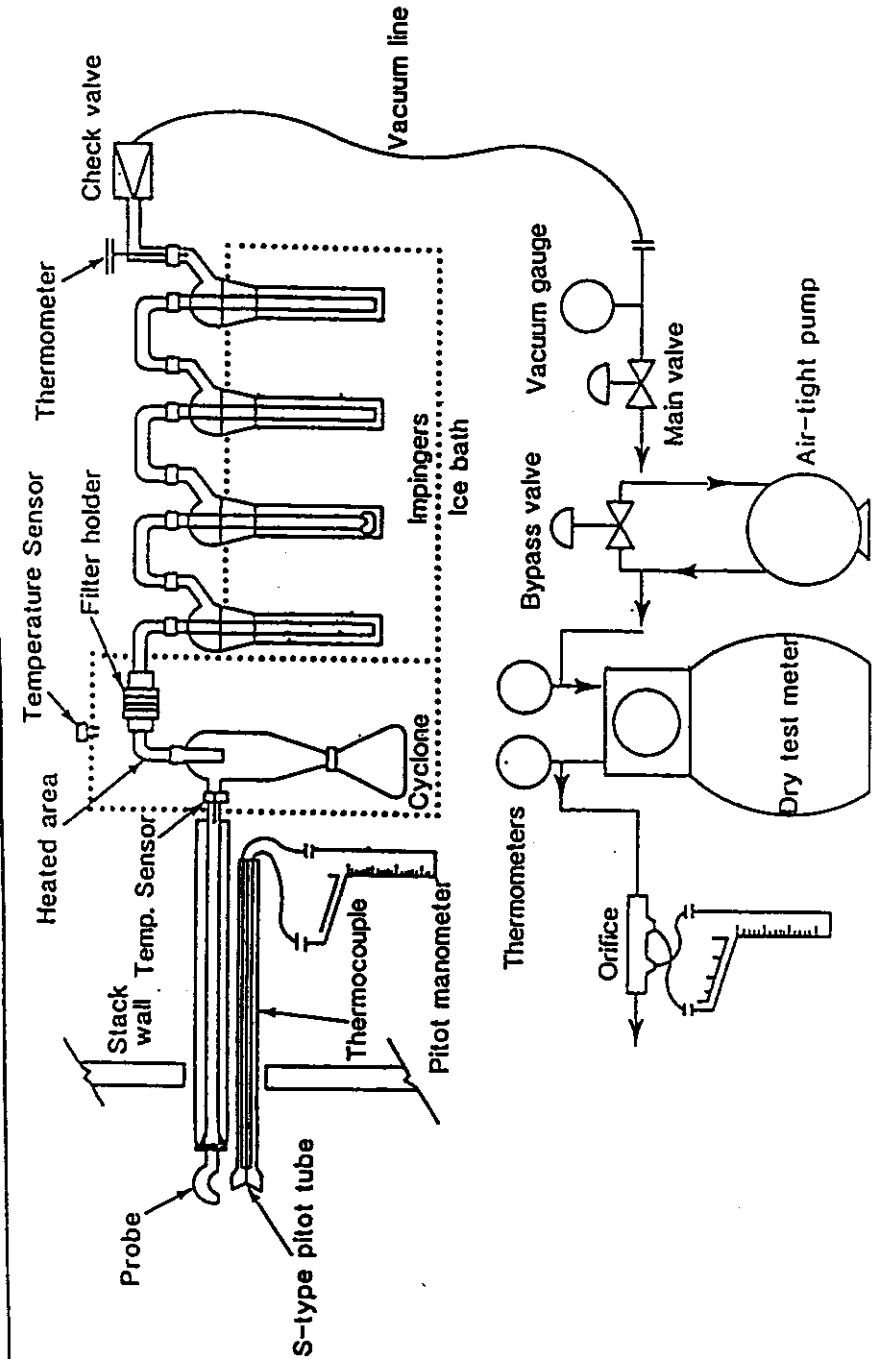
2.2.1 Lokasi Pengambilan Contoh Uji

Lokasi pengambilan contoh uji mengikuti Metode Penentuan Tempat Pengambilan Contoh dan Titik-titik Lintas Dalam Emisi Sumber Tidak Bergerak (BAPEDAL 770-0001-1996).

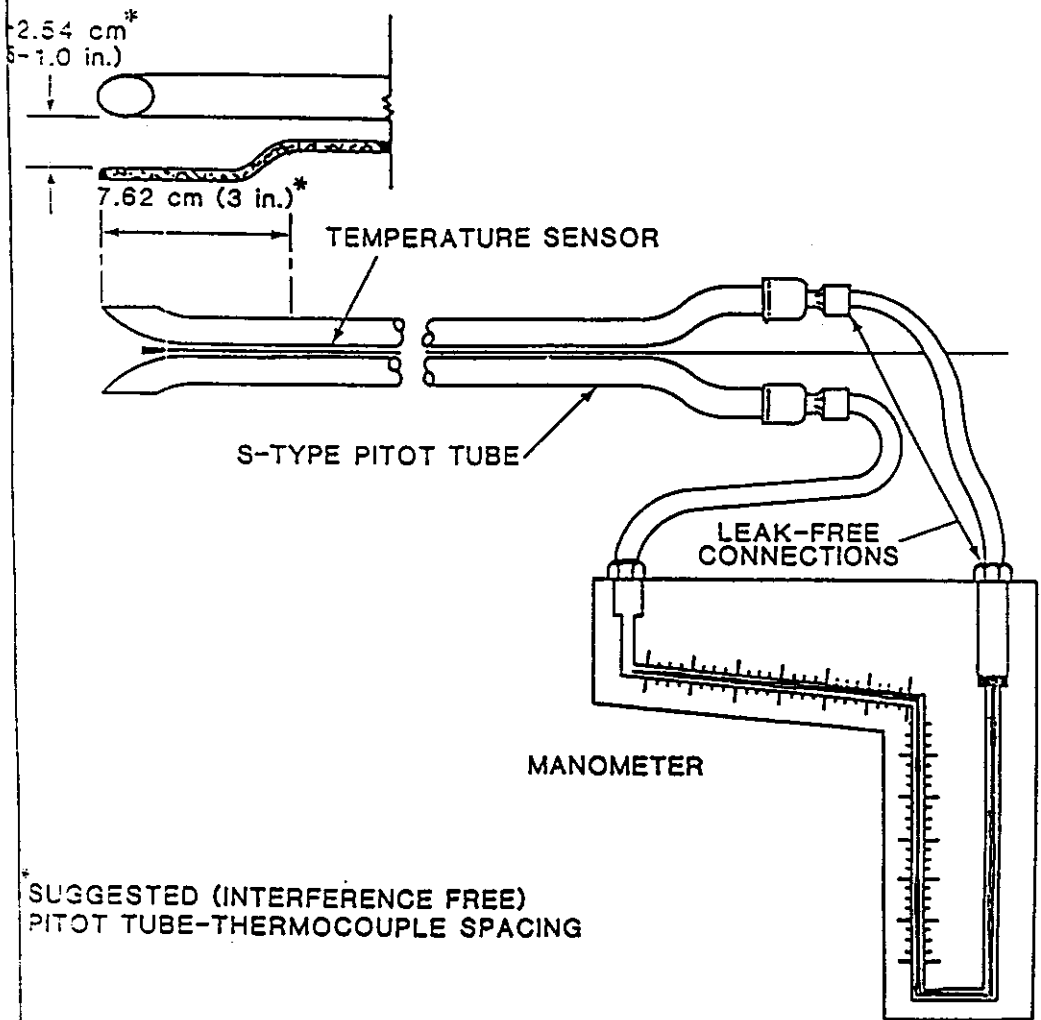
2.2.2 Persiapan pengambilan contoh uji

- 1) tentukan tempat pengambilan contoh dan titik-titik lintas dalam emisi sumber tidak bergerak sesuai dengan metoda BAPEDAL 770 - 0001 - 1996;
- 2) tentukan kecepatan aliran gas buang dan tingkat aliran volumetrik dalam emisi sumber tidak bergerak sesuai dengan metoda BAPEDAL 770 - 0002 - 1996;
- 3) tentukan komposisi dan berat molekuler gas dalam emisi sumber tidak bergerak sesuai dengan metoda BAPEDAL 770 - 0003 - 1996;
- 4) tentukan kandungan air gas buang dalam emisi sumber tidak bergerak sesuai dengan metoda BAPEDAL 770 - 0004 - 1996;
- 5) masukkan 100 mL air suling ke impinger pertama dan ke dua;
- 6) masukkan kira-kira 200 gram silika gel ke dalam impinger ke empat;
- 7) timbang masing-masing impinger;

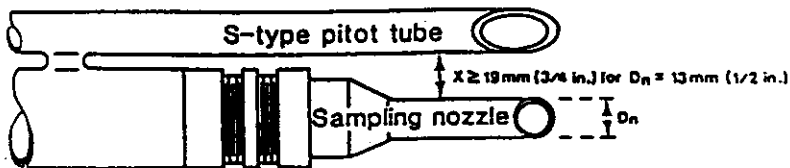
- 8) pasang filter pada filter holder (filter terlebih dahulu dikeringkan dalam oven 105°C selama 2 jam kemudian dimasukkan kedalam desikator selama lebih dari 24 jam, timbang filter sampai berat tetap;
- 9) rakit peralatan seperti pada gambar 1;
- 10) periksa rakitan peralatan untuk menguji kebocoran dengan cara menyumbat katup (nosel) probe dan mengatur tekanan pada 50 kPa;
- 11) perbaiki rakitan jika tingkat kebocoran $0,00057 \text{ m}^3/\text{mnt}$;
- 12) atur suhu pada probe sehingga mencapai suhu 120°C ;
- 13) masukkan rakitan probe ke dalam cerobong, arahkan nosel pada titik lintas yang telah ditentukan ke dalam aliran gas yang datang ;
- 14) hidupkan pompa dan atur tingkat aliran pada keadaan isokinetik;
- 15) ambil pertikulat selama 2 menit untuk masing-masing titik-titik lintas;
- 15) catat data setiap kali melakukan pengambilan partikulat pada tiap titik lintas;
- 16) matikan pompa setelah pengambilan partikulat pada titik lintas yang terakhir, dan cabut probe dari titik pengambilan contoh;
- 17) pindahkan probe dan rakitan filter impinger ke tempat yang bersih;
- 18) dengan hati-hati lepas filter dari filter holder lalu pindahkan ke sebuah amplop yang bernomor;
- 19) tutup rapat amplop yang berisi filter;
- 20) cuci permukaan rakitan nosel pada probe dan filter holder dengan air suling dan masukkan pada kemasan yang bernomor;
- 21) tutup rapat kemasan dalam perjalanan ke laboratorium;
- 22) timbang ke empat impinger dan catat beratnya;



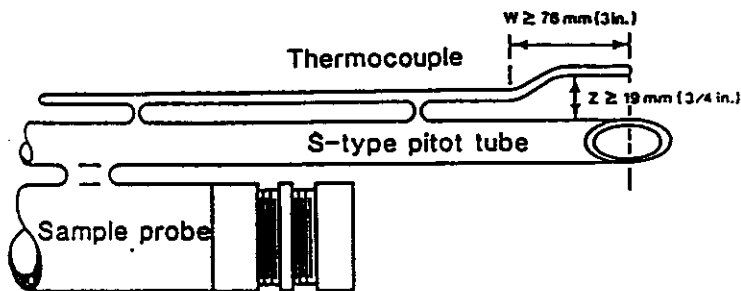
Gambar 2 - 5 - 1 Rangkaian Alat Untuk Pengambilan Contoh Partikulat



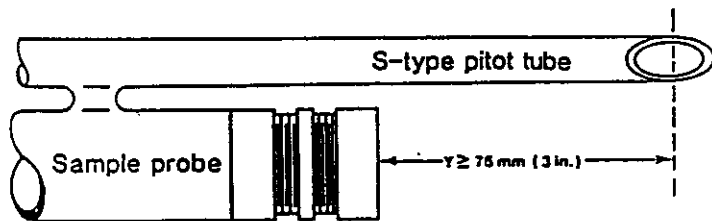
Gambar 2 - 5 - 2 Pitot Tube Tipe-S



MINIMUM PITOT-NOZZLE SEPARATION NEEDED TO PREVENT INTERFERENCE



PROPER THERMOCOUPLE PLACEMENT TO PREVENT INTERFERENCE



MINIMUM PITOT-SAMPLE PROBE SEPARATION NEEDED TO PREVENT INTERFERENCE

Gambar 2 - 5 - 3 Rangkaian Komponen Pitot Tube

2.3 Cara Uji

- 1) pindahkan air cucian bekas rakitan probe, siklon dan filter holder ke sebuah cawan yang sudah diketahui beratnya lalu uapkan sampai berat konstan;
- 2) timbang berat partikel yang diperoleh dari kertas saring dan air cucian bekas rakitan probe, siklon dan filter holder.

2.4 Perhitungan

2.4.1 Perhitungan Tekanan Absolut Rata-rata Pada Meteran Gas Kering dengan Pessamaan sebagai berikut :

$$P_{m(av)} = P_b + 0,098 \Delta H_{av}$$

Keterangan :

$P_{m(av)}$: tekanan absolut rata-rata pada meteran gas kering selama pengujian, kPa;

P_b : tekanan barometrik, kPa;

$\Delta H_{(av)}$: perbedaan tekanan rata-rata orifice yang tercatat, cm H₂O;

2.4.2 Perhitungan Volume Gas Kering dengan Persamaan Sebagai Berikut :

$$(V_m)_{ref} = \frac{2,89 v P_{m(av)} V_m}{T_{m(av)}}$$

Keterangan :

$(V_m)_{ref}$: volume contoh uji gas (m³) pada kondisi 293⁰ K dan 101,3 kPa

v : faktor koreksi meteran gas kering;

$(P_m)_{av}$: tekanan absolut rata-rata pada meteran gas kering selama pengujian, kPa;

V_m : volume contoh uji gas yang dicatat pada meteran gas kering;

$(T_m)_{av}$: suhu absolut pada meteran gas kering, °K;

2.4.3 Perhitungan Konsentrasi Partikulat Dalam Gas Cerobong Atas Dasar Kering dengan Persamaan Sebagai Berikut :

$$C_s = \frac{M_p \times 10^{-6}}{V_{m(ref)}}$$

Keterangan :

- C_s : konsentrasi partikulat dalam cerobong atas dasar gas kering pada 293 °K dan 101,3 kPa;
 M_p : berat total partikulat yang diambil dari nosel, probe, siklon, botol siklon, filter holder dan filter, mg;
 $V_{m(ref)}$: volume gas (m^3) yang terambil pada kondisi 293 °K dan 101,3
 10^{-6} : faktor konversi, kg/mg;

$$C's = 0,024 \times M_p / V_{m(ref)}$$

- $C's$: konsentrasi partikulat (mg/mol) dalam gas cerobong atas dasar kering pada kondisi 293 °K dan 101,3;
 $V_{m(ref)}$: volume gas (m^3) yang terambil pada, 293 K, 101,3 kPa,

2.4.4 Perhitungan Tingkat Emisi Partikulat

$$ER_p = 3600 C_s \times Q_s$$

Keterangan :

- C_s : konsentrasi partikulat (kg/cm^3) dalam gas cerobong atas pada 293 K dan 101,3 kPa;
 Q_s : tingkat aliran volumetrik gas cerobong kering pada referensi, (293 K dan 101,3 kPa), m^3/det ;
 ER_p : tingkat emisi partikulat, kg/jam;

2.4.5 Perhitungan Persentase Tingkat Pengambilan contoh Isokinetik dengan Persamaan sebagai Berikut :

$$\% I = \frac{T_s \cdot V_m \cdot V}{t} \times \frac{1}{1 - B_{wo}} (P_b + 0,098 \wedge H) 100$$

$$(4,71 \times 10^{-3}) T_m \cdot P_s \cdot U_s \cdot D_n^2$$

Keterangan :

- I : rasio kecepatan pengambilan contoh melalui nosel terhadap kecepatan gas cerobong;
- V_m : volume gas yang terambil melalui meteran gas pada kondisi meteran untuk setiap titik yang terambil, m^3 ;
- t : waktu sampling volume setiap titik yang terambil, menit;
- B_{wo} : proporsi dalam volume uap air dalam aliran gas;
- P_s : tekanan absolut gas cerobong, kPa;
- U_s : kecepatan gas cerobong pada setiap titik yang terambil, m/det;
- T_s : suhu absolut gas cerobong pada setiap yang disampel, K;
- T_m : suhu absolut pada meteran gas kering (suhu rata-rata lubang masuk dan keluar) pada setiap titik yang disampling, K;
- V : faktor koreksi meteran gas kering;
- D_n : diameter dalam nosel sampling, cm;
- ΔH : perbedaan tekanan orifis pada setiap titik yang terambil;
- P_b : tekanan barometrik pada tempat sampling, kPa;

2.5 Laporan

Catat pada formulir kerja hal - hal sebagai berikut :

- 1) parameter yang diperiksa;
- 2) nama pemeriksa;
- 3) tanggal pemeriksaan;
- 4) nomor laboratorium;
- 5) nomor contoh uji;
- 6) lokasi pengambilan contoh;
- 7) waktu pengambilan contoh;
- 8) nomor cerobong;
- 9) tinggi cerobong;
- 10) kadar partikulat.

Tabel 2-5-1
Lembar Data Pengujian Partikulat

Nama Pabrik :
 Lokasi :
 Pengujian :
 Tanggal :
 Suhu ambient ($^{\circ}\text{C}$) :
 Tekanan (kPa) :
 Kandungan air gas (%) :

Diameter nosel (cm) :
 Panjang probe (cm) :
 Suhu probe ($^{\circ}\text{C}$) :
 Suhu filter holder :
 All :
 Laboratorium penguji :

| Titik- titik lintas | Waktu | Suhu gas cerobong $^{\circ}\text{C}$ | Tekanan kecepatan kPa | Penurunan tekanan orifis, kPa | Volume gas, m^3 | Suhu gas, $^{\circ}\text{C}$ | | Suhu gas Impinger terakhir, $^{\circ}\text{C}$ | Tekanan pompa masuk, kPa |
|---------------------------|-------|--|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------|---|-----------------------------------|
| | | | | | | Inlet | Outlet | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Tabel 2-5- 2
Lembar Data Analisis Kandungan Air Gas

Nama Pabrik :
Lokasi :
Pengujian :
Tanggal :
Laboratorium Penguji :

IMPINGER

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|---|---|---|---|
| Berat Akhir, gr | | | | |
| Berat Permulaan, gr | | | | |
| Perbedaan, gr | | | | |

Jumlah kenaikan berat, $\Delta W =$ gr

Tabel 2-5-3
Lembar Data Analisis Partikulat

Nama Pabrik :
 Lokasi :
 Pengujian :
 Tanggal :
 Laboratorium penguji :

| | Berat akhir, mg | Berat selisih, mg | Berat partikulat, mg |
|---|------------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Kemasan 1 : Botol berisi cucian dari Probe nosel, botol siklon, filter holde | | | |
| Filter serat gelas | | | |
| | Jumlah berat partikulat M_p , mg | | |

**METODE PENGUJIAN
OPASITAS
DALAM EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK
SECARA VISUAL**

BAB I DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian opasitas yang dihasilkan dari gas buang proses pembakaran pada emisi sumber tidak bergerak.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh opasitas yang dihasilkan dari gas buang proses pembakaran pada emisi sumber tidak bergerak.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi :

- 1) cara pengujian opasitas gumpalan asap dalam emisi gas antara 0-100%;
- 2) penggunaan metode visual oleh pengamat berlisensi.

1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini :

- 1) Opasitas emisi adalah tingkat ketidaktebusan cahaya yang dihasilkan dari gas buang proses pembakaran pada emisi sumber tidak bergerak;
- 2) Pengamat berlisensi adalah seseorang yang telah mendapat sertifikat sehingga dapat melakukan pengujian opasitas secara visual;

BAB II

CARA PELAKSANAAN

2.1 Peralatan Penunjang Uji

- 1) alat tulis;
- 2) goneometer atau alat pengukur sudut lainnya;
- 3) anemometer;
- 4) termometer;

2.2 Persiapan Pengamatan

2.2.1 Posisi Pengamatan

Harus berdiri pada sebuah jarak yang memberikan pandangan jelas terhadap emisi dimana sinar matahari jatuh pada sektor 140° di belakang pengamat. Lakukan pengamatan dari sebuah posisi sedemikian sehingga penglihatan pengamat sedapat mungkin tegak lurus pada arah gumpalan.

2.3 Cara Uji

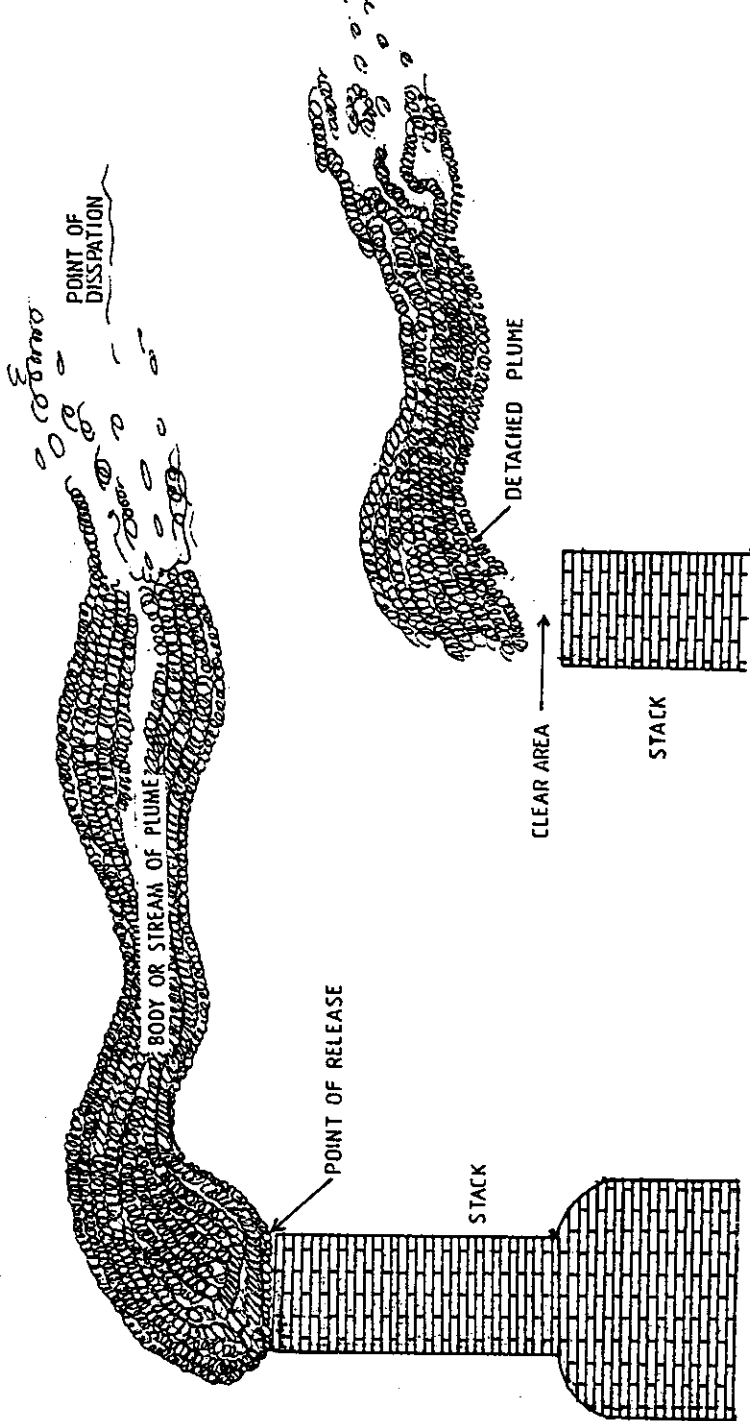
Lakukan pengujian dengan tahapan sebagai berikut :

2.3.1 Pengamatan

Lakukan pengamatan opasitas pada bagian gumpalan dengan titik opasitas yang terbesar dimana tidak ada uap air kondensasi.

Jika gumpalan mengandung uap kondensasi muncul dari lobang keluar emisi (lihat gambar 2-6-1), lakukan pengamatan opasitas di belakang titik dalam gumpalan dimana tidak kelihatan lagi uap air yang terkondensasi. Catat jarak kira-kira dari lobang keluar emisi ke titik di mana dilakukan pengamatan.

Jika uap air dalam gumpalam terkondensasi dapat dilihat dari lobang keluar emisi, opasitas emisi harus dievaluasi pada lobang keluar emisi sebelum terjadinya kondensasi uap air (lihat gambar 2-6-1).



GENERAL STRUCTURE OF ATTACHED AND DETACHED PLUMES RESPECTIVELY

Gambar 2-6-1 Struktur Plume

2.3.2 Pencatatan Pengamatan

Pengamatan opasitas harus dicatat sampai 5% terdekat pada selang waktu 15 detik pada sebuah lembaran kerja (lihat tabel 2-6-1). Pengamatan diperlukan sekurangnya 24 kali, setiap pengamatan seketika yang dicatat merupakan opasitas emisi rata-rata untuk selang waktu 15 detik.

2.3.3 Perhitungan

Opasitas ditentukan dalam bentuk nilai rata-rata 24 kali pengamatan berturut-turut. Hitung dan catat opasitas rata-rata setiap pengamatan.

2.4 Laporan

Catat pada formulir kerja hal-hal sebagai berikut :

- 1) parameter yang diperiksa;
- 2) nama pemeriksa;
- 3) nama industri;
- 4) tanggal pengujian;
- 5) nomor laboratorium;
- 6) lokasi pengamatan;
- 7) waktu pengamatan;
- 8) tinggi cerobong;
- 9) nama pengawas/ahli penanggung jawab pekerjaan.

Tabel 2-6-1
LEMBAR DATA PENGUJIAN OPASITAS SECARA VISUAL

| | |
|---------------------|----------------------------------|
| Tanggal..... | Titik emisi..... |
| Perusahaan..... | Tinggi titik pembuangan..... |
| Lokasi..... | Jam Pengamatan..... |
| Jumlah Test..... | Pengamat..... |
| Tipe fasilitas..... | Tanggal sertifikat pengamat..... |
| Alat kontrol..... | Afiliasi pengamat..... |

Catat informasi berikut ini sebelum dan waktu selesainya pengamatan pada setiap sumber. Jika pengamatan dilakukan dalam waktu yang lama, harus dilakukan pencatatan tambahan seperlunya.

WAKTU

| | |
|-----------------------|-------------------|
| Permulaan siang | Akhir siang |
| malam | malam |

LOKASI PENGAMAT

Jarak ke pembuangan.....

Arah dari pembuangan.....

Tinggi titik pengamatan.....

KONDISI LATAR BELAKANG

Kondisi Cuaca

Arah angin.....

Kecepatan angin.....

Suhu ambien.....

Kondisi Langit.....

(terang, gelap, berawan, dan sebagainya)

Uraian Gumpalan

Warna.....

Jarak kelihatan.....

Rincian Ketidakpatuhan.....

Tabel 2-6-2
CATATAN PENGAMATAN

| | |
|-----------------|---------------------|
| Tanggal | Pengamat..... |
| Perusahaan..... | Tipe fasilitas..... |
| Lokasi..... | Titik emisi..... |
| Nomor tes..... | |

| Jam | Menit | De tik | | | | Gumpalan uap (periksa jika ada) | | Keterangan |
|-----|-------|--------|----|----|----|------------------------------------|-------|------------|
| | | 0 | 15 | 30 | 45 | Terkait | Lepas | |
| | 0 | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | |
| | 6 | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | |
| | 8 | | | | | | | |
| | 9 | | | | | | | |
| | .. | | | | | | | |
| | .. | | | | | | | |
| | .. | | | | | | | |
| | .. | | | | | | | |
| | .. | | | | | | | |
| | .. | | | | | | | |
| | 58 | | | | | | | |
| | 59 | | | | | | | |
| | 60 | | | | | | | |

**METODE PENGUJIAN
KADAR SULFUR DIOKSIDA (SO₂)
DALAM EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK
DENGAN ALAT SPEKTROFOTOMETER
SECARA TURBIDIMETRI**

BAB I

DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian sulfur dioksida (SO_2) dalam gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran dan proses oksidasi sulfur yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh kadar sulfur dioksida yang dihasilkan dari gas buang proses pembakaran dan proses oksidasi sulfur lainnya pada emisi sumber tidak bergerak.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi :

- 1) cara pengujian kadar sulfur dioksida dalam emisi gas antara 15 - 775 mg/m^3 atau 5 - 300 ppm;
- 2) penggunaan metode turbidimetri dengan alat spektrofotometer;

1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini :

- 1) sulfur dioksida adalah jumlah oksida sulfur (SO_2) yang dihasilkan dari gas buang proses pembakaran dan proses oksidasi sulfur yang di emisikan dari sumber tidak bergerak;
- 2) larutan induk adalah larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah;
- 3) larutan baku adalah larutan yang mengandung kadar yang sudah diketahui secara pasti dan langsung digunakan sebagai pembanding dalam pengujian;
- 4) emisi adalah makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien;
- 5) kurva kalibrasi adalah grafik yang menyatakan hubungan kadar larutan baku dengan hasil pembacaan serapan masuk yang biasanya merupakan garis lurus;
- 6) larutan penyerap adalah larutan yang dapat menyerap parameter yang akan dianalisis;
- 7) lokasi pengambilan contoh uji adalah titik pengambilan contoh uji yang harus mewakili emisi gas buang pada cerobong secara keseluruhan.

BAB II CARA PELAKSANAAN

2.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji

2.1.1 Peralatan

- 1) pipa pengambil contoh gas;
- 2) labu pengambil contoh gas;
- 3) filter;
- 4) penangas air yang dilengkapi dengan pengatur suhu;
- 5) pompa penghisap;
- 6) kran;
- 7) termometer;
- 8) gasmeter;
- 9) batang pengaduk;
- 10) labu ukur 50, 100, 250, 1000 mL;
- 11) gelas erlenmeyer;
- 12) timbangan analitik;
- 13) pro-pipet;
- 14) botol erlenmeyer;
- 15) impinger

2.1.2 Bahan Penunjang Uji

Bahan kimia yang berkualitas p.a dan bahan lain yang digunakan dalam pengujian ini terdiri atas :

- 1) hidrogen peroksida (H_2O_2) 30 %;
- 2) natrium klorida;
- 3) gliserin;
- 4) barium klorida;
- 5) asam sulfat pekat;
- 6) air suling atau air demineralisasi yang bebas logam;
- 7) isopropil alkohol;

2.2 Persiapan Benda Uji

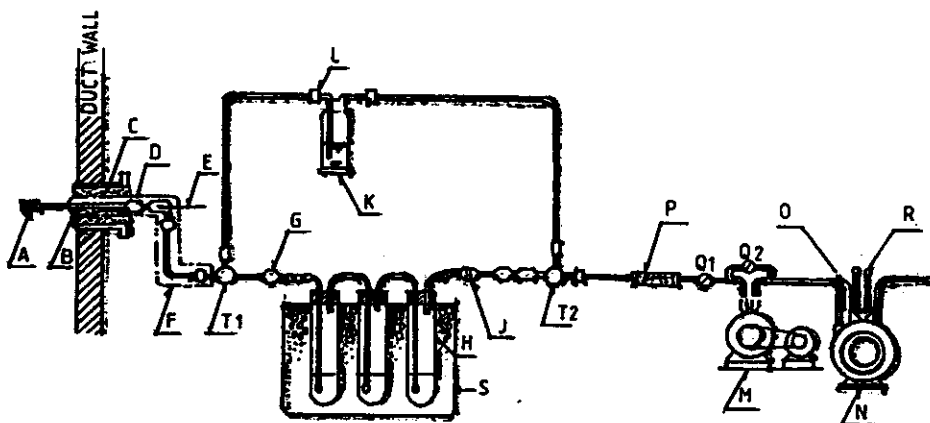
Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut :

2.2.1 Lokasi Pengambilan Contoh Uji

Lokasi pengambilan contoh uji mengikuti prosedur pada Metode Penentuan Tempat Pengambilan Contoh Uji dan Titik-titik Lintas dalam Emisi Sumber Tidak Bergerak (BAPEDAL 770 - 0001- 1996).

2.2.2 Pengambilan Contoh Uji

- 1) masukkan sebanyak 50 ml larutan isopropil alkohol 80% ke dalam botol penyerap pertama;
- 2) masukkan sebanyak 50 mL larutan penyerap ke dalam masing-masing botol penyerap ke dua dan ke tiga, ke tiga impinger ditempatkan dalam boks pendingin;
- 3) putar kran (T1) dan (T2) mengarah ke bagian bypass, kemudian alirkan contoh uji gas melalui pipa ke bagian (B ke T1) dengan mengoperasikan pompa penghisap (M);
- 4) hentikan pompa penyerap (M), putar kran (T1) dan (T2) ke arah botol penyerap (H), kemudian baca gasmeter (V1) sampai mendekati 0,001 liter;
- 5) operasikan pompa penghisap (M) dan lewatkan contoh uji gas melalui botol penyerap (H), pada saat yang sama operasikan pengatur kecepatan aliran kran (Q1, Q2) dan atur kecepatan alirnya kira-kira 1-2 L/min;
- 6) setelah pengambilan contoh uji gas kurang lebih 20 liter, hentikan pompa penyerap (M), tutup kran (T1, T2) dan baca gasmeter (V2) sampai mendekati 0,01 liter;
- 7) pada saat yang sama ukur temperatur gas pada gasmeter;



Gambar 2-7-1 Rangkaian Pengambilan Contoh Uji Gas SO_2

Keterangan gambar :

| | |
|--|---|
| A = Filter | L = Karet silikon (silicone rubber) |
| B = Tabung sampling | M = pompa hisap |
| C = Isolator panas | N = Gasmeter |
| D = Karet fluor (Fluororubber) | O = Termometer |
| E = Termometer | P = Tabung pengering |
| F = Pemanas | Q ₁ = Kran tutup |
| G = Penyambung sferis | Q ₂ = Kran pengatur kecepatan alir |
| H = Tabung penyerap | R = Manometer |
| J = Filter gelas/kaca | T1, T2 = Kran switch kecepatan alir |
| K = Botol pencuci (berisi 50 mL lar. penyerap) | |

2.3 Persiapan Pengujian

2.3.1 Pembuatan Larutan Penyerap

- 1) ambil 100 ml H₂O₂ 30%, masukkan ke dalam labu ukur 1000 ml;
- 2) tambahkan air suling sampai tanda batas;
- 3) simpan larutan ini di tempat yang dingin dan gelap.

2.3.2 Pembuatan Larutan Isopropil Alkohol 80%

- 1) ambil 80 ml Isopropil Alkohol, masukkan ke dalam gelas erlenmeyer;
- 2) tambahkan 20 ml air suling sampai tanda batas;
- 3) simpan larutan dengan baik.

2.3.3 Pembuatan Serbuk Barium Klorida

- 1) haluskan barium klorida menjadi serbuk sampai ukuran 500 µm sampai 710 µm (32 sampai 24 mesh);
- 2) simpan serbuk ini dengan baik.

2.3.4 Pembuatan Larutan Natrium Klorida

- 1) larutkan 240 gram natrium klorida ke dalam gelas erlenmeyer 1 liter yang berisi larutan 20 mL HCl;
- 2) tambahkan air suling sampai tanda batas;
- 3) saring larutan dengan menggunakan kertas saring kelas 5.

2.3.5 Pembuatan Larutan Gliserin

- 1) campurkan 1 bagian volume gliserin dengan 1 bagian air suling ke dalam gelas erlenmeyer 1 liter;
- 2) simpan larutan ini dengan baik.

2.3.6 Pembuatan Larutan Induk Asam Sulfat 0,1 N

- 1) pipet 3 mL asam sulfat pekat ($\rho = 1,8410 \text{ mg/mL}$, 97%) ke dalam labu ukur 1000 mL;
- 2) tambahkan air suling sampai tanda batas dan kocok.

2.3.7 Pembuatan Larutan Baku Asam Sulfat 0,004 N

- 1) pipet 10 mL larutan induk asam sulfat 0,1 N masukkan ke dalam labu ukur 250 mL;
- 2) tambahkan air suling sampai tanda batas dan kocok. (1 mL larutan asam sulfat 0,004 = 0,2 mg SO_4^{2-})
- 3) setelah larutan homogen, pipet 11 mL asam sulfat yang telah diencerkan dan masukkan dalam labu ukur 100 mL;
- 4) tambahkan air suling sampai tanda batas; (lakukan dalam ruang asam);

2.3.8 Pembuatan Kurva Kalibrasi

- 1) optimalkan alat spektrofotometer sesuai petunjuk alat untuk pengujian kadar sulfur dioksida;
- 2) masukkan 5 sampai 25 mL larutan asam sulfat 1/250 N ke dalam dua buah gelas erlenmeyer 100 mL dan tambahkan ke dalam masing-masing gelas erlenmeyer air suling sampai 50 mL;
- 3) tambahkan ke dalam masing-masing gelas erlenmeyer 10 mL larutan gliserin dan 5 mL larutan natrium klorida lalu campur dengan baik menggunakan batang pengaduk;
- 4) tambahkan 0,3 gram barium klorida ke dalam salah satu gelas erlenmeyer dan aduk dengan baik selama 1 menit; sedangkan gelas erlenmeyer yang tidak ditambah barium klorida digunakan sebagai larutan standar;
- 5) biarkan selama 4 menit dan aduk kembali dengan baik selama 15 detik;
- 6) masukkan sebagian larutan ini ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapan-masuknya pada panjang gelombang 420 nm yang telah diset dengan larutan referensi;
- 7) apabila perbedaan hasil pengukuran secara duplo lebih besar dari 2%, periksa keadaan alat dan ulangi tahapan 2) sampai 6), apabila perbedaannya lebih kecil atau sama dengan 2%, rata-rata kan hasilnya;
- 8) buat kurva kalibrasi berdasarkan data langkah 6) diatas atau tentukan persamaan garisnya;

2.4 Cara Uji

Lakukan pengujian dengan tahapan sebagai berikut :

- 1) pindahkan contoh uji ke dalam gelas erlenmeyer 300 mL;
- 2) cuci botol penyerap dengan sedikit air suling;
- 3) gabungkan larutan contoh uji dengan air cucian botol penyerap ke dalam labu ukur 250 mL dan tambahkan air suling sampai tanda batas;

- 4) ambil 50 mL larutan contoh uji dan masukkan ke dalam gelas erlenmeyer 100 mL sebanyak 2 buah;
- 5) lakukan tahapan seperti yang diuraikan pada 2.3.8. 3) sampai 2.3.8. 6);
- 6) ambil 50 mL larutan penyerap ke dalam labu ukur 250 mL dan tambahkan air suling sampai tanda batas (digunakan sebagai blanko);
- 7) ambil 50 mL larutan dan masukkan ke dalam gelas erlenmeyer 100 mL sebanyak 2 buah dan lakukan seperti pada tahapan seperti diatas 2.3.8. 3) sampai 2.3.8. 6);

2.5 Perhitungan

2.5.1 Perhitungan Jumlah Contoh Uji Gas yang Terambil

Jumlah contoh uji gas yang terambil dihitung pada kondisi normal (25°C, 760 mm Hg) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_s = V \times \frac{298}{273 + t} \times \left(\frac{P_a + P_m - P_v}{760} \right)$$

Keterangan :

- V_s = jumlah contoh uji gas yang terambil (L)
- V = nilai pembacaan gasmeter (L)
- P_a = tekanan atmosfer udara (mmHg)
- P_m = tekanan gauge pada gasmeter (mm Hg)
- P_v = tekanan uap jenuh pada temperatur gas t°C (mm Hg)
- t = temperatur gas dibaca pada gasmeter (°C)

2.5.2 Perhitungan Kadar Sulfur Dioksida

Jumlah ion asam sulfat akan diperoleh dari kurva kalibrasi yang disiapkan menurut prosedur 2.3.6 dan konsentrasi oksida sulfur dalam contoh uji gas dihitung dengan rumus sebagai berikut ;

$$C = \frac{BM \text{ SO}_2}{BM \text{ SO}_4} \times \frac{(a - b) \times 250/50}{V_s} \times 1000 \times \text{mg/m}^3$$

Keterangan :

- C = konsentrasi sulfur dioksida (mg/m^3)
 - V_s = volume contoh uji yang terambil (mL)
 - a = jumlah ion asam sulfat yang diperoleh dari kurva kerja (mg)
 - b = jumlah ion asam sulfat yang diperoleh dari uji blanko (mg)
- 1 mL asam sulfat 1/250 N sebanding dengan 0,2 mg ion SO_4^{2-} .

2.5.3 Perhitungan Tingkat Emisi

Tingkat emisi sulfur dioksida dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$E_{SO_2} = 0,0283 C \cdot Q_s$$

Keterangan :

E_{SO_2} = tingkat emisi SO_2 dari cerobong (g/jam)

C = konsentrasi SO_2 (mg/m^3)

Q_s = tingkat aliran gas cerobong (ft^3/jam)

0,0283 = faktor konversi (m^3/ft^3)

2.6 Laporan

Catat pada formulir kerja hal - hal sebagai berikut :

- 1) parameter yang diperiksa;
- 2) nama pemeriksa;
- 3) tanggal pemeriksaan;
- 4) nomor laboratorium;
- 5) nomor contoh uji;
- 6) lokasi pengambilan contoh uji;
- 7) waktu pengambilan;
- 8) nama pengawas/ahli dan penanggung jawab pekerjaan;
- 9) banyaknya (ml) dan normalitas (N) larutan barium perklorat yang digunakan;
- 10) kadar total oksida sulfur (SO_2) dalam benda uji.

**LEMBAR DATA PENGUKURAN SO₂
SECARA TURBIDIMETRI**

| Tempat Pengukuran | | | | | | |
|------------------------------|--------|---------------------|--|--|--|--|
| Tanggal Pengukuran | | | | | | |
| KEGIATAN | SIMBOL | SATUAN | | | | |
| Titik Pengukuran | | | | | | |
| Nomor Contoh Uji | | | | | | |
| Waktu Pengambilan Contoh | | | | | | |
| Lama Pengambilan Contoh | | Menit | | | | |
| Pembacaan Gas Meter Awal | | 1 | | | | |
| Pembacaan Gas Meter Akhir | | 1 | | | | |
| Volume Gas yang Dihisap | V | 1 | | | | |
| Kecapatan Alir Awal | | 1/menit | | | | |
| Kecapatan Alir Akhir | | 1/menit | | | | |
| Kecapatan Rata-rata | | 1/menit | | | | |
| Temperatur Gas Meter | t | C | | | | |
| Tekanan Gas Meter | Pm | mmHg | | | | |
| Tekanan Uap Air Jenuh | Pv | mmHg | | | | |
| Tekanan Atmosferis | Pa | mmHg | | | | |
| Volume Udara Kering | Vs | l H | | | | |
| Volume Larutan Contoh Uji | | ml | | | | |
| Volume Contoh Uji Dianalisis | | ml | | | | |
| Absorbansi | | | | | | |
| Jumlah SO ₂ | | mg | | | | |
| Konsentrasi SO ₂ | | mg/m ³ N | | | | |

RUMUS :

$$Vs = V \times \frac{299}{273+t} \times \frac{Pa + Pm - Pv}{760}$$

**METODE PENGUJIAN.
KADAR SULFUR DIOKSIDA (SO₂)
DALAM EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK
SECARA TITRIMETRI**

BAB I

DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian sulfur dioksida (SO_2) dalam gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran dan proses oksidasi sulfur yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh kadar total sulfur dioksida yang dihasilkan dari gas buang proses pembakaran dan proses oksidasi sulfur lainnya pada emisi sumber tidak bergerak.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi :

- 1) cara pengujian kadar sulfur dioksida dalam emisi gas buang antara 775 - 5225 mg/m^3 atau 300 - 2000 ppm;
- 2) penggunaan metode titrimetri barium perklorat-thorin dengan alat buret atau alat titrasi lain;

1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini :

- 1) sulfur dioksida adalah jumlah oksida sulfur (SO_2) yang dihasilkan dari gas buang proses pembakaran dan proses oksidasi sulfur yang diemisikan dari sumber tidak bergerak;
- 2) larutan induk adalah larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah;
- 3) Larutan baku adalah larutan yang mengandung kadar yang sudah diketahui secara pasti dan langsung digunakan sebagai pembanding dalam pengujian;
- 4) emisi adalah makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien;
- 5) larutan penyerap adalah larutan yang dapat menyerap parameter yang akan dianalisis;
- 6) lokasi pengambilan contoh adalah titik pengambilan contoh uji yang harus mewakili emisi gas buang pada cerobong secara keseluruhan.

BAB II CARA PELAKSANAAN

2.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji

2.1.1 Peralatan

- 1) pipa pengambil contoh gas;
- 2) labu pengambil contoh gas;
- 3) filter;
- 4) penangas air yang dilengkapi dengan pengatur suhu;
- 5) pompa vakum;
- 6) kran;
- 7) termometer;
- 8) gasmeter;
- 9) batang pengaduk;
- 10) labu ukur 50, 100, 250, 1000 mL;
- 11) pipet volum 5, 10 mL;
- 12) timbangan analitik;
- 13) pro-pipet;
- 14) buret 25 mL atau alat titrasi lain dengan skala jelas;
- 15) pH meter yang mempunyai kisaran pH 0 - 14 dengan ketelitian 0,02 dan telah dikalibrasi pada saat digunakan;
- 16) gelas erlenmeyer;
- 17) impinger.

2.1.2 Bahan Penunjang Uji

Bahan kimia yang berkualitas p.a dan bahan lain yang digunakan dalam pengujian ini terdiri atas :

- 1) hidrogen peroksida, H_2O_2 30%;
- 2) isopropil alkohol;
- 3) indikator thordin;
- 4) barium perklorat;
- 5) asam sulfat pekat;
- 6) biru metilen;
- 7) air suling atau air demineralisasi yang bebas logam;

2.2 Persiapan Benda Uji

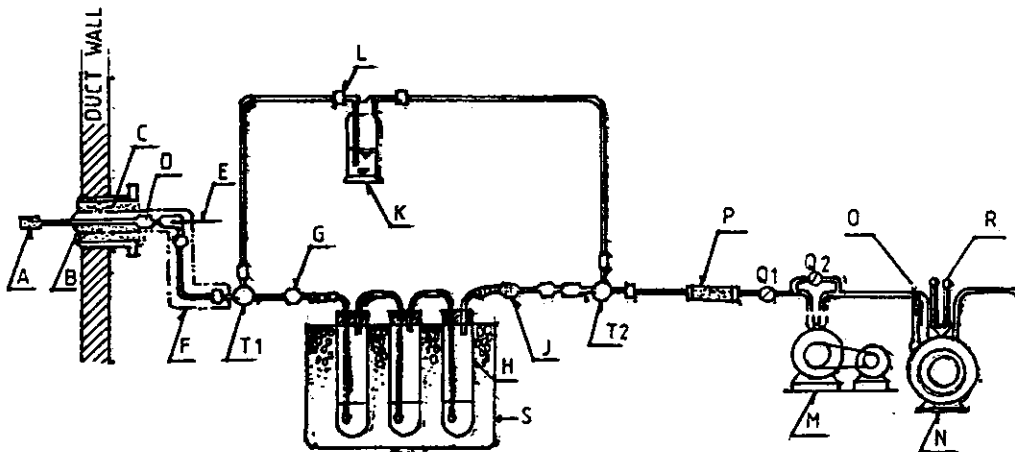
Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut :

2.2.1 Lokasi Pengambilan Contoh Uji

Lokasi pengambilan contoh uji mengikuti prosedur pada Metode Penentuan Tempat Pengambilan Contoh Uji dan Titik-titik Lintas dalam Emisi Sumber Tidak Bergerak (BAPEDAL 770 - 0001 - 1996).

2.2.2 Pengambilan Contoh Uji

- 1) masukkan sebanyak 50 ml larutan isopropil alkohol 80% ke dalam botol penyerap pertama;
- 2) masukkan sebanyak 50 mL larutan penyerap ke dalam masing-masing botol penyerap kedua dan ketiga;
- 3) ketiga impinger ditempatkan dalam kotak pendingin;
- 4) putar kran (T1) dan (T2) mengarah ke bagian bypass, kemudian alirkan contoh uji gas melalui pipa ke bagian (B ke T1) dengan mengoperasikan pompa penghisap (M);
- 5) hentikan pompa penyerap (M), putar kran (T1) dan (T2) ke arah botol penyerap (H), kemudian baca gasmeter (V1) sampai mendekati 0,001 liter;
- 6) operasikan pompa penghisap (M) dan lewatkan contoh uji gas melalui botol penyerap (H), pada saat yang sama operasikan pengatur kecepatan alir kran (Q1, Q2) dan atur kecepatan alirnya kira-kira 1-2 L/min;
- 7) setelah pengambilan contoh uji gas kurang lebih 20 liter, hentikan pompa penyerap (M), tutup kran (T1, T2) dan baca gasmeter (V2) sampai mendekati 0,01 liter;
- 8) pada saat yang sama ukur temperatur gas pada gasmeter;



Gambar 2-8-1 Rangkaian Pengambilan Contoh Uji Gas SO₂

Keterangan gambar :

| | |
|--|---|
| A = Filter | L = Karet silikon (silicone rubber) |
| B = Tabung sampling | M = pompa hisap |
| C = Isolator panas | N = Gasmeter |
| D = Karet fluor (Fluororubber) | O = Termometer |
| E = Termometer | P = Tabung pengering |
| F = Pemanas | Q ₁ = Kran tutup |
| G = Penyambung sferis | Q ₂ = Kran pengatur kecepatan alir |
| H = Tabung penyerap | R = Manometer |
| J = Filter gelas/kaca | T1, T2 = Kran switch kecepatan alir |
| K = Botol pencuci (berisi 50 mL lar. penyerap) | |

2.3 Persiapan Pengujian

2.3.1 Pembuatan Larutan Penyerap

- 1) ambil 100 ml H₂O₂ 30%, masukkan ke dalam labu ukur 1000 ml;
- 2) tambahkan air suling sampai tanda batas;
- 3) simpan larutan ini di tempat yang dingin dan gelap;

2.3.2 Pembuatan Larutan Isopropil Alkohol 80%

- 1) ambil 80 ml isopropil alkohol, masukkan ke dalam gelas erlenmeyer;
- 2) tambahkan 20 ml air suling;
- 3) simpan larutan dengan baik;

2.3.3 Pembuatan Larutan Indikator Thorin

- 1) larutkan 0,20 gram thorin {1-(o-arsonobenzeneazo)-2-naphtol-3,6- disulfonik asam garam disodium} ke dalam gelas erlenmeyer dengan air suling;
- 2) pindahkan larutan ke dalam labu ukur 100 mL dan tambahkan air suling sampai tanda batas;

2.3.4 Pembuatan Larutan Biru Metilen (0,01125%) (b/v)

- 1) larutkan 0,01125 gram biru metilen ke dalam gelas erlenmeyer dengan air suling;
- 2) pindahkan larutan ke dalam labu ukur 100 mL dan tambahkan air suling sampai tanda batas;

2.3.5 Pembuatan Larutan Barium Perklorat (0,01N)

- 1) larutkan 1,95 gram barium perklorat $\{Ba(ClO_4)_2 \cdot 3H_2O\}$ dengan 100 mL air suling ke dalam gelas erlenmeyer 1000 mL;
- 2) tambahkan ke dalam larutan asam perklorat encer sampai pH 3;
- 3) tambahkan larutan isopropanol 80% sampai tanda batas 1000 mL;
- 4) standarkan larutan barium perklorat tersebut dengan asam sulfat 0,002 N;

2.3.6 Pembuatan Larutan Induk Asam Sulfat 0,1 N

- 1) pipet 3 mL asam sulfat pekat ($\rho = 1,8410 \text{ mg/mL}$, 97%), masukkan ke dalam labu ukur 1000 mL;
- 2) tambahkan air suling sampai tanda batas dan kocok.

2.3.7 Pembuatan Larutan Baku Asam Sulfat 0,01 N

- 1) pipet 10 mL larutan induk asam sulfat 0,1 N, masukkan ke dalam labu ukur 100 mL;
- 2) tambahkan air suling sampai tanda batas dan kocok.

2.4 Cara Uji

Lakukan pengujian dengan tahapan sebagai berikut :

- 1) pindahkan contoh uji ke labu ukur 250 mL dan encerkan sampai tanda batas dengan air suling;
- 2) ambil 10 mL larutan dengan pipet ke dalam botol erlenmeyer ukuran 125 mL;
- 3) tambahkan 40 mL isopropanol 80% dan 2 - 4 tetes indikator thorin serta 1-2 tetes indikator biru metilen;
- 4) lakukan titrasi dengan menggunakan larutan 0,01 N barium perklorat;
- 5) hentikan titrasi pada titik ekuivalen yang ditandai dengan perubahan warna merah jambu;
- 6) apabila perbedaan pemakaian barium perklorat dalam titrasi secara duplo lebih dari 0,10 mL ulangi pengujian, apabila kurang atau sama dengan 0,10 mL rata-ratakan hasilnya untuk perhitungan kadar total sulfur dioksida;

2.5 Perhitungan

2.5.1 Perhitungan Jumlah Contoh Uji Gas yang Terambil

Jumlah contoh uji gas yang terambil dihitung pada kondisi standar atmosferik (25°C, 760 mm Hg) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_s = V \times \frac{298}{273 + t} \times \left(\frac{P_a + P_m - P_v}{760} \right)$$

Keterangan :

- V_s = jumlah contoh uji gas yang diambil (L)
- V = nilai pembacaan gasmeter (L)
- P_a = tekanan atmosfer udara (mmHg)
- P_m = tekanan gauge pada gasmeter (mm Hg)
- P_v = tekanan uap jenuh pada temperatur gas $t^\circ\text{C}$ (mm Hg)
- t = temperatur gas dibaca pada gasmeter ($^\circ\text{C}$)

2.5.2 Perhitungan Kadar Sulfur Dioksida

Jumlah kadar Sulfur Dioksida (SO_2) didapat dari perhitungan sebagai berikut :

$$C = \left(\frac{32\text{g}}{\text{g-eq}} \times \frac{l^2}{\text{m}^3\text{mL}} \right) \frac{N}{(V_m) \text{ ref}} \times \frac{(V_t - V_{tb})}{V_a} \times \frac{V_{\text{solv}}}{V_a}$$

Keterangan :

- C = konsentrasi sulfur dioksida (ppm)
- V_{tb} = volume titran barium perklorat untuk blanko (mL)
- V_t = Volume titran barium perklorat untuk contoh uji (mL)
- 32 = faktor konversi, termasuk jumlah gram per gram ekuivalen Sulfur Dioksida (32 g/g-ekivalen), 1000 mL/L dan 1000 L/m³

$$\frac{\text{g}}{\text{g-eq}} \times \frac{l^2}{\text{mL}} \times \frac{1}{\text{m}^3}$$

- N = normalitas titran barium perklorat (g-eq/L)
- V_{solv} = total volume larutan Sulfur Dioksida (250 mL)
- V_a = volume larutan contoh uji gas (mL)
- $(V_m) \text{ ref}$ = volume larutan contoh uji gas yang diambil (mL)

2.5.3 Perhitungan Tingkat Emisi

Tingkat emisi sulfur dioksida dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$E_{\text{SO}_2} = 0,0283 C \cdot Q_s$$

Keterangan :

- E_{SO_2} = tingkat emisi SO_2 dari cerobong (g/jam)
C = konsentrasi SO_2 (ppm)
 Q_s = tingkat aliran gas cerobong (ft^3/jam)
0,0283 = faktor konversi (m^3/ft^3)

2.6 Laporan

Catat pada formulir kerja hal - hal sebagai berikut :

- 1) parameter yang diperiksa;
- 2) nama pemeriksa;
- 3) tanggal pemeriksaan;
- 4) nomor laboratorium;
- 5) nomor contoh uji;
- 6) lokasi pengambilan contoh uji;
- 7) waktu pengambilan;
- 8) nama pengawas/ahli dan penanggung jawab pekerjaan;
- 9) banyaknya (mL) dan normalitas (N) larutan barium perklorat yang digunakan;
- 10) kadar Sulfur Dioksida (SO_2) dalam benda uji.

Tabel 2-8-1
LEMBAR DATA PENGUKURAN SO₂
SECARA TITRIMETRI

| Tempat Pengukuran | | | | | |
|------------------------------|--------|---------------------|--------|--|--|
| Tanggal Pengukuran | | | | | |
| KEGIATAN | SIMBOL | | SATUAN | | |
| Titik Pengukuran | | | | | |
| Nomor Contoh Uji | | | | | |
| Waktu Pengambilan Contoh | | | | | |
| Lama Pengambilan Contoh | | Menit | | | |
| Pembacaan Gas Meter Awal | | 1 | | | |
| Pembacaan Gas Meter Akhir | | 1 | | | |
| Volume Gas yang Dihisap | V | 1 | | | |
| Kecepatan Alir Awal | | 1/menit | | | |
| Kecepatan Alir Akhir | | 1/menit | | | |
| Kecepatan Rata-rata | | 1/menit | | | |
| Temperatur Gas Meter | t | C | | | |
| Tekanan Gas Meter | Pm | mmHg | | | |
| Tekanan Uap Air Jenuh | Pv | mmHg | | | |
| Tekanan Atmosferis | Pa | mmHg | | | |
| Volume Udara Kering | Vs | 1 H | | | |
| Volume Larutan Contoh Uji | | ml | | | |
| Volume Contoh Uji Dianalisis | | ml | | | |
| Volume Barium Perklorat | | ml | | | |
| Normalitas Barium Perklorat | | N | | | |
| Jumlah SO ₂ | | mg | | | |
| Konsentrasi SO ₂ | | mg/m ³ N | | | |

RUMUS :

$$V_s = V \times \frac{298}{273+t} \times \frac{P_a + P_m - P_v}{760}$$

**METODE PENGUJIAN
KADAR NITROGEN OKSIDA (NO_x)
DALAM EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK
DENGAN ALAT SPEKTROFOTOMETER
SECARA KOLORIMETRI**

BAB I

DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian nitrogen oksida (NO_x) kecuali nitrous oksida (N_2O) dalam gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran dan proses oksidasi nitrogen yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh kadar nitrogen oksida yang dihasilkan dalam gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran dan proses oksidasi nitrogen yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi :

- 1) cara pengujian kadar nitrogen oksida dalam emisi gas antara 20 - 560 mg/m^3 atau 10 - 300 ppm;
- 2) penggunaan metode kolorimetri asam fenol disulfonat dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm;

1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini :

- 1) nitrogen oksida (NO_x) adalah jumlah oksida-oksida nitrogen yang terdiri dari gas NO dan NO_2 yang dihasilkan dari proses pembakaran dan proses oksidasi nitrogen yang diemisikan dari sumber tidak bergerak;
- 2) kurva kalibrasi adalah grafik yang menyatakan hubungan kadar larutan baku dengan hasil pembacaan serapan masuk yang biasanya merupakan garis lurus;
- 3) larutan baku adalah larutan yang mengandung kadar yang sudah diketahui secara pasti dan langsung digunakan sebagai pembanding dalam pengujian;
- 4) emisi adalah makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien;
- 5) larutan penyerap adalah larutan yang dapat menyerap parameter yang akan dianalisis;
- 6) lokasi pengambilan contoh uji adalah titik pengambilan contoh uji yang harus mewakili emisi gas buang pada cerobong secara keseluruhan.

BAB II CARA PELAKSANAAN

2.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji

2.1.1 Peralatan

- 1) pipa pengambil contoh gas;
- 2) labu pengambil contoh gas;
- 3) filter;
- 4) penangas air yang dilengkapi dengan pengatur suhu;
- 5) pompa vakum;
- 6) manometer Hg tabung tertutup;
- 7) kran;
- 8) termometer.
- 9) spektrofotometer sinar tunggal atau sinar ganda yang mempunyai kisaran panjang gelombang 190 - 900 nm dan lebar celah 0,2 - 2,0 nm serta telah dikalibrasi pada saat digunakan;
- 10) batang pengaduk;
- 11) labu ukur 50, 100, 1000 mL;
- 12) pipet volume 1, 2, 3, 4, 5 mL;
- 13) timbangan analitik;
- 14) pro-pipet;
- 15) cawan penguap.

2.1.2 Bahan Penunjang Uji

Bahan kimia yang berkualitas p.a dan bahan lain yang digunakan dalam pengujian ini terdiri atas :

- 1) hidrogen peroksida, H_2O_2 30%;
- 2) asam sulfat pekat;
- 3) natrium hidroksida, NaOH;
- 4) asam sulfat berasap;
- 5) amonium hidroksida, NH_4OH (berat jenis 0,90);
- 6) kalium nitrat, KNO_3 ;
- 7) kalium hidroksida, KOH;
- 8) fenol;
- 9) kertas lakmus;
- 10) air suling atau air demineralisasi yang bebas logam
- 11) kertas saring Whatman 41 atau Toyo No 5B

2.2 Persiapan Benda Uji

Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut :

2.2.1 Lokasi Pengambilan Contoh Uji

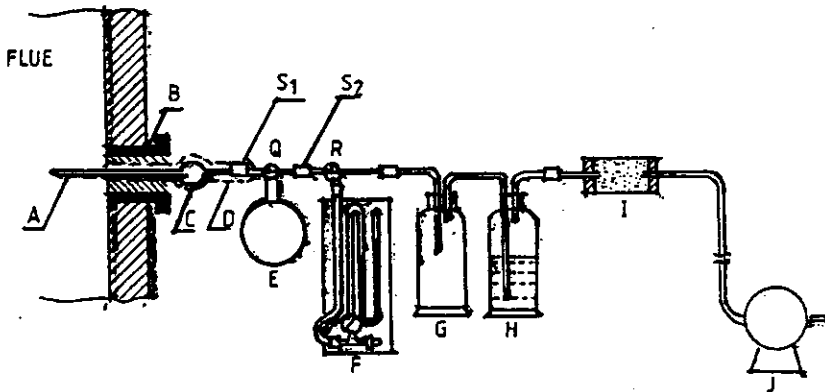
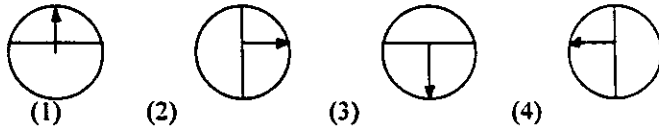
Lokasi pengambilan contoh uji mengikuti prosedur pada Metode Penentuan Tempat Pengambilan Contoh Uji dan Titik-Titik Lintas Dalam Emisi Sumber Tidak Bergerak (BAPEDAL 770 - 0001 - 1996).

2.2.2 Pengambilan Contoh Uji

- 1) pengisian larutan penyerap;
lepas kran cabang tiga dari labu pengambil contoh (E), masukkan 20 mL larutan penyerap dengan menggunakan syringe atau pipet dan kemudian tutup kembali labu dengan kran cabang tiga;
- 2) pengurangan tekanan;
hubungkan labu (E) yang berisi larutan penyerap ke pompa vakum, buka kran cabang tiga (Q) mengarah ke (no: 2), dan kran cabang tiga (R) mengarah ke (no: 1), kurangi tekanan dalam labu (E) sampai larutan penyerap mengeluarkan gelembung - gelembung lalu tutup kran cabang tiga (Q) mengarah ke (no: 1);
- 3) pembilasan contoh uji gas;
hubungkan labu (E) seperti pada gambar 2-9-1, putar kran cabang tiga (R) ke arah (no: 3) dan kran (Q) masih mengarah ke (no: 1), hisap contoh uji gas dengan pompa vakum (J);
- 4) pengukuran tekanan dan temperatur sebelum pengambilan gas;
sebelum pengambilan gas, putar kran cabang tiga (R) mengarah ke (no: 4), kemudian putar kran (Q) ke arah (no: 2), kemudian ukur dan catat tekanan (P_i) dalam labu (E), putar kembali kran cabang tiga (Q) dan (R) ke posisi biasa {kran (Q) mengarah O dan kran (R) mengarah ke (no: 3)}, pada waktu yang sama ukur dan catat temperatur ambien (t_i) dalam labu (E);
- 5) pengambilan gas;
sesudah pompa vakum (J) dimatikan, putar kran (Q) ke arah (no: 4) untuk membiarkan contoh uji gas masuk ke labu (E) dan tutup kran (Q) dengan arah (no: 1), ambil labu (E) keluar dari peralatan pengambil contoh gas dan kocok selama 1 menit;
- 6) pengukuran tekanan dan temperatur sesudah pengambilan contoh uji gas;
diamkan labu (E) sampai mencapai temperatur kamar selama 16 jam atau lebih, kemudian dikocok lalu hubungkan kran (Q) dengan manometer Hg terbuka, buka kran (Q) dan baca perbedaan ketinggian Hg pada manometer, baca tekanan (P_f) dalam labu (E) dan kemudian tutup kran (Q), pada waktu yang sama ukur dan catat tekanan atmosfer (P_a) dan temperatur ruang (t_f).

Catatan :

Arah kran berdasarkan nomor :



Gambar 2-9-1 Rangkaian Pengambilan Contoh Uji Gas NO_x

Keterangan gambar :

- | | |
|--|--|
| A = Tabung sampling gas | I = Tabung pengering |
| B = Isolator panas | J = Pompa hisap |
| C = Filter (serat silika) | Q dan R = Kran cabang tiga |
| D = Pema nas ($t > 120^{\circ}\text{C}$) | S ₁ , S ₂ dan S ₃ = Karet silikon |
| E = Tabung contoh gas | |
| F = Manometer Hg-tertutup | |
| G = Botol kosong (untuk mencegah aliran balik) | |
| H = Botol pencuci (berisi lar. NaOH 4% b/v) | |

2.3 Persiapan Pengujian

2.3.1 Pembuatan Larutan Penyerap

- 1) ambil air suling sebanyak kurang lebih 400 mL masukkan ke dalam gelas beaker 500 mL dan tambahkan 50 mL asam sulfat (1+17) lalu aduk rata;

- 2) pindahkan larutan tersebut ke dalam labu ukur 1000 mL serta masukkan bekas cucian;
- 3) tambahkan 10 mL hidrogen peroksida 30% dan tambahkan air suling sampai tanda batas;
- 4) simpan larutan ini di tempat yang dingin dan gelap.

2.3.2 Pembuatan Larutan Asam Fenol-Disulfonat

- 1) larutkan 25 gram fenol dengan 150 mL H_2SO_4 berasap ke dalam gelas beaker lalu panaskan di penangas air;
- 2) dinginkan dan tambahkan 75 mL H_2SO_4 berasap dan panaskan diatas penangas air pada $100^\circ C$ selama 2 jam;
- 3) dinginkan dan simpan dalam botol gelap.

2.3.3 Pembuatan Larutan Baku Nitrogen Dioksida

- 1) keringkan kalium nitrat dalam penangas air pada suhu $105 - 110^\circ C$ selama 2 jam;
- 2) timbang 0,451 gram kalium nitrat lalu larutkan dengan air suling ke dalam gelas beaker;
- 3) pindahkan cairan ke dalam labu ukur 1000 mL dan tambahkan air suling sampai tanda batas;
- 4) ambil 10 mL larutan ini dan masukkan ke dalam labu ukur 1000 mL dan tambahkan air suling sampai batas.

2.3.4 Pembuatan Larutan Natrium Hidroksida (NaOH) 25% (b/v)

- 1) masukkan 25 gr natrium hidroksida (NaOH) ke dalam gelas beaker dengan 50 mL air suling, kemudian diaduk;
- 2) pindahkan larutan tersebut ke dalam labu ukur 100 ml;
- 3) tambahkan air suling sampai batas.

2.3.5 Pembuatan Larutan Kalium Hidroksida (KOH) 5,6 % (b/v)

- 1) masukkan 5,6 gr kalium hidroksida (KOH) ke dalam gelas beaker dengan 50 mL air suling, kemudian diaduk;
- 2) pindahkan larutan tersebut ke dalam labu ukur 100 ml;
- 3) tambahkan air suling sampai batas.

2.3.6 Pembuatan Kurva Kalibrasi

- 1) optimalkan alat spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian kadar nitrogen oksida;

- 2) masukkan 0 sampai 30 mL larutan standar nitrogen dioksida (NO_2) pada beberapa cawan penguap secara bertahap dan tambahkan 20 mL larutan penyerap ke dalam cawan;
- 3) tambahkan larutan KOH ke dalam cawan penguap yang berisi contoh uji sampai menunjukkan sifat basa yang ditunjukkan dengan kertas lakmus, kemudian uapkan diatas penangas air sampai kering ;
- 4) setelah dingin, tambahkan 2 mL larutan asam fenol disulfonat ke dalam kristal sedikit demi sedikit dengan hati - hati, hancurkan sampai menjadi serbuk dengan batang gelas sampai seluruh kristal berkontak dengan larutan;
- 5) tambahkan 1 mL air suling dan 4 tetes asam sulfat, lalu panaskan pada penangas air selama 3 menit sambil diaduk-aduk;
- 6) setelah dingin, tambahkan 10 mL air suling dan aduk dengan baik;
- 7) masukkan 15 mL NaOH 25% (b/v) ke dalam larutan;
- 8) saring larutan melalui kertas saring 0,45 μm , masukkan filtrat ke dalam labu ukur 100 mL berwarna coklat;
- 9) cuci cawan penguap dengan sedikit air suling dan ulangi pencucian beberapa kali, tambahkan cairan pencuci ini ke dalam labu ukur dan tambahkan air suling sampai tanda batas;
- 10) masukkan sebagian larutan ini ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapan-masuknya pada panjang gelombang 400 nm;
- 11) apabila perbedaan hasil pengukuran secara duplo lebih besar dari 2%, periksa keadaan alat dan ulangi tahapan 2) sampai 10), apabila perbedaannya lebih kecil atau sama dengan 2%, rata-ratakan hasilnya;
- 12) buat kurva kalibrasi berdasarkan data di atas dan tentukan persamaan garisnya;

Catatan :

lakukan langkah 3) sampai 5) didalam ruang asam

2.4 Cara Uji

Lakukan pengujian dengan tahapan sebagai berikut :

- 1) pindahkan contoh uji ke cawan penguap, cuci labu dengan sedikit air suling dan tambahkan cairan pencuci ke dalam cawan penguap, ulangi pencucian dua atau tiga kali;
- 2) lakukan tahapan seperti yang diuraikan diatas dari 2.3.6 3) sampai 2.3.6 10);

2.5 Perhitungan

2.5.1 Perhitungan Jumlah Contoh Uji Gas yang Terambil

Jumlah contoh uji gas yang terambil dihitung pada kondisi standar atmosferik (25°C, 760 mm Hg) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_s = (V - 20) \frac{298}{760} \times \left(\frac{P_f - P_{nf}}{273 + t_f} - \frac{P_i - P_{ni}}{273 + t_i} \right)$$

Keterangan :

V_s = jumlah gas yang terambil (mL)

V = volume botol penyerap (mL)

P_f = tekanan vakum dalam botol sesudah pengambilan contoh uji

P_{nf} = tekanan uap jenuh pada t_f °C (mm Hg)

P_i = tekanan vakum dalam botol sebelum pengambilan contoh uji (mm Hg)

P_{ni} = tekanan uap jenuh pada t_i °C (mm Hg)

t_i = temperatur ketika P_i diukur (°C)

t_f = temperatur ketika P_f diukur (°C)

2.5.2 Perhitungan Kadar Nitrogen Oksida

Jumlah total oksida nitrogen (NO_x) didapat dari perhitungan sebagai berikut :

$$C = \frac{v}{V_s} \times 1000 \times \frac{46}{24,45}$$

Keterangan :

C = konsentrasi oksida nitrogen (mg/Nm^3)

v = volume nitrogen dioksida yang diperoleh dengan bantuan kurva kalibrasi (μL)

V_s = volume contoh uji gas yang terambil (mL) pada (25°C, 760 mmHg)

46 = berat molekul nitrogen dioksida (NO_2)

24,45 = volume gas ideal (25°C, 760 mmHg)

2.6 Laporan

Catat pada formulir kerja hal - hal sebagai berikut :

- 1) parameter yang diperiksa;
- 2) nama pemeriksa;
- 3) tanggal pemeriksaan;
- 4) nomor laboratorium;
- 5) data kurva kalibrasi
- 6) nomor contoh uji;
- 7) lokasi pengambilan contoh uji;
- 8) waktu pengambilan;
- 9) nama pengawas/ahli dan penanggung jawab pekerjaan
- 10) banyaknya (mL) dan kenormalan (N) larutan asam fenol disulfonat yang digunakan;
- 11) kadar total nitrogen oksida (NO_x) dalam benda uji;

TABEL 2-9-1
LEMBAR DATA PENGUKURAN NOx

| Tempat Pengukuran | | | | | |
|-----------------------------|---------------|---------------------|--|--|--|
| Tanggal Pengukuran | | | | | |
| KEGIATAN | SIMBOL SATUAN | | | | |
| Titik Pengambilan Contoh | | | | | |
| Nomor Contoh Uji | | | | | |
| No. Labu pengambilan Contoh | | | | | |
| Waktu Pengambilan Contoh | | | | | |
| Kapasitas Labu | Va | mL | | | |
| Sebelum Pengambilan Contoh | | | | | |
| Tekanan Dalam Labu | Pi | mmHg | | | |
| Temperatur | t | °C | | | |
| Tekanan Uap Jenuh | Pri | mmHg | | | |
| Sesudah Pengambilan Contoh | | | | | |
| Tekanan Atmosphere | | mmHg | | | |
| Perbedaan Tekanan | | mmHg | | | |
| Tekanan Dalam Labu | Pf | mmHg | | | |
| Temperatur | t' | °C | | | |
| Tekanan Uap Jenuh | Pri' | mmHg | | | |
| Volume Gas Kering Dihisap | Vs | mg/m ³ N | | | |
| Tanggal Analisis | | | | | |
| Nomor Labu | | | | | |
| Nomor Cawan Penguap | | mg | | | |
| Faktor Pelarutan | | n | | | |
| Absorbansi | | nm | | | |
| Jumlah NOx | | uL | | | |
| Konsentrasi NOx | | mg/m ³ N | | | |
| Konsentrasi Rata-rata | | mg/m ³ N | | | |

RUMUS :

$$V_s = (V_a - 20) \times \frac{298}{760} \times \frac{P_f - P_{ri}'}{273 + t'} \times \frac{P_i - P_{ri}}{273 + t}$$

**METODE PENGUJIAN
KADAR TOTAL SULFUR TEREDUKSI (TRS)
DALAM EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK
SECARA OKSIDASI TERMAL**

BAB I

DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian total sulfur tereduksi (TRS) yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh kadar total sulfur tereduksi yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi :

- 1) cara pengujian kadar total sulfur tereduksi dalam emisi gas antara 5 - 50 mg/m³ ;
- 2) penggunaan metode oksidasi termal dengan titrasi menggunakan barium perklorat 0.01 N.

1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini :

- 1) total sulfur tereduksi (TRS) adalah jumlah total senyawa hidrogen sulfida, metil merkaptan, dimetil sulfida dan dimetil disulfida dari emisi sumber tak bergerak;
- 2) larutan baku adalah larutan yang mengandung kadar yang sudah diketahui secara pasti dan langsung digunakan sebagai pembanding dalam pengujian;
- 3) emisi adalah makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien.

BAB II

CARA PELAKSANAAN

2.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji

2.1.1 Peralatan

Rangkaian peralatan pengambilan contoh uji harus dirakit seperti Gambar 2-10-1.

- 1) probe pengambilan contoh uji lengkap;
- 2) impinger susun seri (3);
- 3) scrubber;
- 4) tabung pembakaran;
- 5) pipa teflon atau fitting swagelok ;
- 6) oven pipa pembakaran;
- 7) klep;
- 8) termometer.
- 9) buret
- 10) batang pengaduk;
- 11) meteran orifis/rotameter;
- 12) meteran gas kering;
- 13) manometer merkuri;
- 14) pompa ;
- 15) pro-pipet;
- 16) meteran hampa;
- 17) tabung pitot type-S/termokopel;
- 18) labu ukur 500 ml, 1000 ml;
- 19) gelas erlenmeyer;
- 20) sensor suhu;
- 21) filter partikulat;
- 22) furnace;
- 23) tabung oksidasi;
- 24) kotak es;
- 25) botol polietilene;
- 26) barometer;
- 27) gelas ukur;
- 28) pipet volum;
- 29) pengaduk magnet.

2.1.2 Bahan Penunjang Uji

Bahan kimia yang berkualitas p.a dan bahan lain yang digunakan dalam pengujian ini terdiri atas :

- 1) hidrogen peroksida, H_2O_2 3 % v/v;
- 2) isopropanol 100 % ;
- 3) silika gel;
- 4) polietilen;
- 5) hidrogen sulfit dalam nitrogen;
- 6) buffer sitrat;
- 7) barium perklorat 0,01 N
- 8) indikator thorm;
- 9) wool gelas;
- 10) air suling atau air demineralisasi yang bebas logam;
- 11) combustion gas (mengandung \pm 50 ppb sulfur tereduksi dan \pm 10 ppm hidrokarbon total)

2.2 Persiapan Benda Uji

Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut :

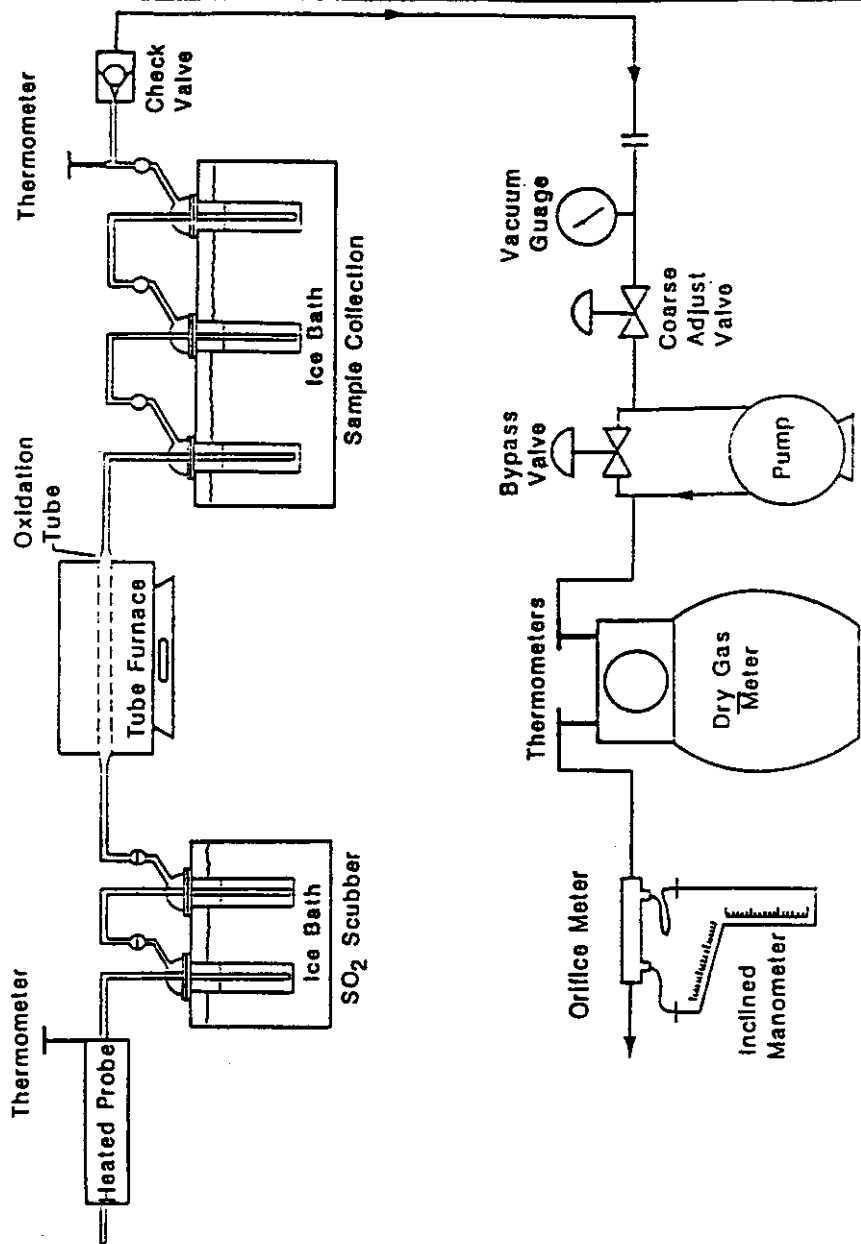
2.2.1 Lokasi Pengambilan Contoh Uji

Lokasi pengambilan contoh uji mengikuti prosedur pada Metode Penentuan Tempat Pengambilan Contoh Uji dan Titik-titik Lintas dalam Emisi Sumber Tidak Bergerak (BAPEDAL 770 - 0001 - 1996)

2.2.2 Pengambilan Contoh Uji

- 1) Persiapan pra pengambilan contoh uji
Dua impinger pertama diisi dengan 100 ml H_2O_2 3 % v/v, isi 2 impinger lain dengan buffer sitrat, bersihkan probe dengan sikat dan bilas dengan air suling, pasang filter probe dan semua gelas penghubung.
- 2) Tes kebocoran
Tingkat kebocoran rangkaian pengambilan contoh uji tidak boleh lebih besar dari $0,00057 \text{ m}^3/\text{menit}$ (0,02 CFM)
- 3) Cara pengoperasian rangkaian peralatan pengambilan contoh uji
 - a) Aliran yang stabil : contoh uji gas cerobong harus diambil pada tingkat aliran contoh uji yang konstan \pm 5 l/menit;
 - b) Aliran proporsional : pengambilan contoh uji harus dilakukan pada tingkat aliran yang sebanding dengan akar tekanan kecepatan gas cerobong (setelah dikoreksi dengan suhu). Jaga tingkat aliran rata-rata pengambilan contoh uji pada 5 l/menit.
 - c) Pengecekan kinerja sistem dilakukan 3 kali : sebelum operasional, setelah operasional, dan setiap 3 jam sekali.
- 4) Persiapan contoh uji
Pindahkan isi 2 impinger pengumpul contoh uji dan bilasan dari benda gelas yang menghubungkan 2 impinger pengumpul contoh uji ke sebuah kemasan polietilen dan diberi label " $SO_2-H_2O_2$ ". Tutup kemasan dan siap dibawa ke laboratorium.

Gambar 2-10-1. Rangkaian peralatan contoh uji TRS



2.3 Persiapan Pengujian

2.3.1 Pembuatan Buffer Sitrat

Larutkan 300 gr kalium sitrat (atau 284 gr natrium sitrat) dan 41 gr asam sitrat anhidrat dalam labu ukur 1000 ml. Tentukan pH buffer sitrat antara 5,4 - 5,6 dengan kalium sitrat / asam sitrat.

2.4 Cara Uji

Lakukan pengujian dengan tahapan sebagai berikut :

- 1) pindahkan isi botol contoh uji "SO₂-H₂O₂" ke dalam labu ukur 500 ml dan tambahkan air suling sampai tanda batas;
- 2) pipet 10 ml contoh uji dan 40 ml isopropanol 100% ke dalam gelas erlenmeyer 100 ml, tambahkan 3-4 tetes indikator thornin kemudian titrasi dengan 0,01 N barium perklorat sampai berwarna merah jambu;
- 3) ulangi pengujian di atas dengan menggunakan contoh uji 10 ml H₂O₂ 3% v/v (blanko);
- 4) ulangi pengujian sampai 3 kali

2.5 Perhitungan

2.5.1 Perhitungan Volume Contoh Uji Gas yang Terambil

Tentukan volume gas contoh uji pada kondisi normal (293⁰ K dan 101,3 kPa) dengan menggunakan persamaan berikut :

$$V_{m(\text{ref})} = \frac{2,98 u P_{m(\text{avg})} V_m}{T_{m(\text{avg})}}$$

Keterangan :

- $V_{m(\text{ref})}$: volume gas yang dipengambilan contoh uji pada kondisi normal, m³
 u : faktor koreksi meteran gas kering, tanpa dimensi
 $P_{m(\text{avg})}$: tekanan absolut rata - rata pada meteran gas kering selama test, kPa
 V_m : volume gas yang dicatat pada meteran gas kering, m³
 $(T_m)_{\text{avg}}$: suhu absolut pada meteran gas kering, K

2.5.2 Perhitungan Konsentrasi TRS

Konsentrasi total sulfur tereduksi (sebagai H₂S) dalam gas buang dihitung sebagai berikut

$$C_{\text{TSR}} = 17,02 \times \frac{V \cdot (V_t - V_{\text{tb}}) \cdot V_{\text{soln}}}{V_{(\text{m})\text{ref}} \cdot V_a}$$

Keterangan :

- C_{TSR} : konsentrasi total sulfur tereduksi (sebagai H₂S) pada kondisi normal, mg/m³
- V_t : volume barium perklorat yang digunakan untuk contoh uji, ml
- V_{tb} : volume barium perklorat yang digunakan untuk bentuk contoh uji, ml
- 17,02 : (17,02 g H₂S/g eq) x (L/1000 ml) x (1000 mg/g)
- N : normalitas titran barium perklorat, g eq/L
- V_{soln} : total volume larutan contoh uji, ml
- V_a : volume aliquot contoh uji, ml
- $(V_m)_{\text{ref}}$: volume contoh uji gas yang melewati meteran gas kering pada kondisi normal (293 K, 101 kpa), m³

2.5.3 Perhitungan Tingkat Aliran Gas Volumetrik,

Penentuan tingkat aliran gas volumetrik selama pengambilan contoh uji dengan menggunakan persamaan :

$$Q_s = (U_s)_{\text{avg}} \cdot A_s \cdot (1 - B_{\text{wo}}) \frac{(T_{\text{ref}}) \cdot (P_s)}{(T_s)_{\text{avg}} \cdot (P_{\text{ref}})}$$

- Q_s : tingkat aliran gas volumetrik atas dasar kering pada kondisi normal, m³/s
- $(U_s)_{\text{avg}}$: kecepatan rata - rata gas buang , m/s
- A_s : luas penampang cerobong, m²
- B_{wo} : fraksi dengan volume uap air dalam gas
- T_{ref} : suhu absolut pada kondisi normal, 293 K
- $(T_s)_{\text{avg}}$: suhu absolut rata-rata gas buang, K
- P_s : tekanan absolut gas buang, kPa
- P_{ref} : tekanan absolut pada kondisi normal, 101,3 kPa

2.5.4 Perhitungan Tingkat Emisi

Perhitungan tingkat emisi total sulfur tereduksi (sebagai H₂S) dengan menggunakan persamaan :

$$ER_{\text{TSR}} = 3600 (C_{\text{TRS}}) (Q_s) / 10^6$$

C_{TRS} : konsentrasi total sulfur tereduksi (H₂S) pada kondisi normal, mg/m³

Q_s : tingkat aliran gas volumetrik atas dasar kering pada kondisi normal, m³/s

ER_{TSR} : tingkat emisi total sulfur tereduksi sebagai (H₂S), kg/jam

2.6 Laporan

Catat pada formulir kerja hal - hal sebagai berikut :

- 1) parameter yang diperiksa;
- 2) nama pemeriksa;
- 3) tanggal pemeriksaan;
- 4) nomor laboratrium;
- 5) nomor contoh uji;
- 6) lokasi pengambilan contoh;
- 7) waktu pengambilan contoh uji;
- 8) tingkat aliran gas cerobong;
- 9) nama pengawas/ahli dan penanggung jawab pekerjaan;
- 10) banyaknya (ml) dan normalitas larutan barium perklorat yang digunakan;
- 11) kadar total sulfur tereduksi (TRS) dalam benda uji.

**METODE PENGUJIAN
KADAR KLOORIN DAN KLOOR DIOKSIDA
(Cl₂ dan ClO₂)
DALAM EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK
SECARA TITRIMETRI**

BAB I

DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode pengujian gas klorin dan klor dioksida yang diemisikan dari sumber tidak bergerak, terutama dalam proses penggelantangan pada pabrik kertas.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk menentukan kadar klorin dan klor dioksida dalam emisi sumber tidak bergerak.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi :

- 1) cara pengujian kadar klorin dalam emisi gas buang antara 5 - 50 mg/m³ N
- 2) cara pengujian kadar klor dioksida dalam emisi gas buang antara 50 - 300 mg/m³ N
- 3) penggunaan metode titrimetri natrium thiosulfat (asam) dengan alat buret atau alat titrasi lain

1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini :

- 1) **larutan baku** adalah larutan yang mengandung kadar yang sudah diketahui secara pasti dan langsung digunakan sebagai pembanding dalam pengujian;
- 2) **emisi** adalah makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien.

BAB II CARA PELAKSANAAN

2.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji

2.1.1 Peralatan

Rangkaian peralatan sampling dirakit seperti Gambar 2-11-1.

- 1) probe pengambilan contoh uji lengkap;
- 2) impinger susun seri (4) lihat gambar 2-11-1;
- 3) tabung pitot ;
- 4) tabung pitot pengubah ;
- 5) katup pengontrol, katup utama, katup by pass ;
- 6) termometer ;
- 7) buret ;
- 8) batang pengaduk ;
- 9) meteran orifis / rotameter ;
- 10) stopwath ;
- 11) pompa gauge ;
- 12) meteran gas kering ;
- 13) manometer pitot ;
- 14) pompa udara yang rapat ;
- 15) pro-pipet ;
- 16) pH meter ;
- 17) labu ukur 500 ml, 1000 ml;
- 18) gelas erlenmeyer 100 ml ;
- 19) sensor suhu;
- 20) kotak es ;
- 21) timbangan analitik ;
- 22) barometer ;
- 23) gelas ukur ;
- 24) pipet volume ;
- 25) pengaduk magnet.

2.1.2 Bahan Penunjang Uji

Bahan kimia yang berkualitas p.a dan bahan lain yang digunakan dalam pengujian ini terdiri atas :

- 1) buffer KI ;
- 2) kalium dihidrogen fosfat (KH_2PO_4) 1 M ;
- 3) silika gel ;
- 4) NaOH 1 M ;

- 5) asam sulfat 10%
- 6) natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$);
- 7) air suling atau air demineralisasi yang bebas logam.

2.2 Persiapan Benda Uji

Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut :

2.2.1 Lokasi Pengambilan Contoh Uji

Lokasi pengambilan contoh uji mengikuti prosedur pada Metode Penentuan Tempat Pengambilan Contoh Uji dan Titik-titik Lintas dalam Emisi Sumber Tidak Bergerak (BAPEDAL 770 - 0001 - 1996).

2.2.2 Pengambilan Contoh Uji

- 1) Ukur suhu dan tekanan lubang kritis pengontrol aliran (tempat sampel) dan aktifkan alat pengambilan sampel;
- 2) Hitung aliran sampel pada ujung penguji dengan pipa karet pengukur aliran;
- 3) Masukkan penguji kedalam kumpulan sampel dan hidupkan stopwatch. Hentikan pengukuran setelah 30 menit atau sesudah warna pada impinger ke 2 berubah dari kuning pucat ke kuning pekat;
- 4) Persiapan sampel;
Pindahkan penguji dari lubang outlet dengan ujung penguji diangkat diatas impinger, lalu tambahkan 5 ml air suling pada penguji sehingga mengalir kedalam impinger pertama;

Catatan :

Ada 2 metoda yang dapat digunakan untuk mengontrol aliran sampel yang bernilai rendah (≈ 200 ml/mnt).

I. Menggunakan kolom dessicant

- * lubang outlet bagian hilir impinger ke 2 disambungkan dengan pompa vakum yang dapat menampung 64 cm (25 inci) vakum merkuri;
- * vakum pada aliran outlet dicatat dan dalam penggunaan vakum tinggi, sisi lubang outlet harus dibuat ± 13 cm (5 inci);
- * ujung penguji diukur sebelum dan sesudah pengambilan sampel dengan pipa karet pengukur aliran (impinger atau pembatas lain dari peralatan ke hulu lubang outlet akan menyebabkan sistem nilai aliran berubah dari nilai yang diperoleh selama kalibrasi dengan tekanan atmosfer pada lubang inlet);

- II. Pengontrolan selama nilai aliran sampel rendah dengan menggunakan metoda EPA 25 yaitu dengan memindahkan tangki pengambilan sampel dan melalui pengukuran tekanan sebelum dan sesudah pengambilan sampel untuk mengukur volume.

Untuk aliran yang bernilai besar (> 200 ml/mnt) menggunakan impinger ukuran lebih besar.

- * 1 impinger ukuran lebih besar dihubungkan melalui perpaduan Galtek 0,64 cm atau lapisan tabung silikon dengan batang impinger midget runcing berkapasitas 30 ml dengan pipa udara keluar dan masuk $\pm 0,64$ cm ;
- * 2 impinger yang identik disambung serangkai dibelakang impinger pertama ;
- * impinger ke 4 berisi gel silika sebagai desiccant dan pipa udara keluarannya dihubungkan dengan alat pengontrol aliran ;

2.3 Persiapan Pengujian

2.3.1. Pembuatan larutan buffer KI

larutkan 20 gr KI dalam labu ukur 1000 ml dengan air suling sampai tanda batas;

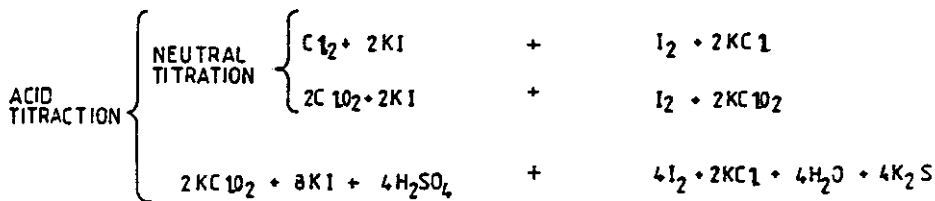
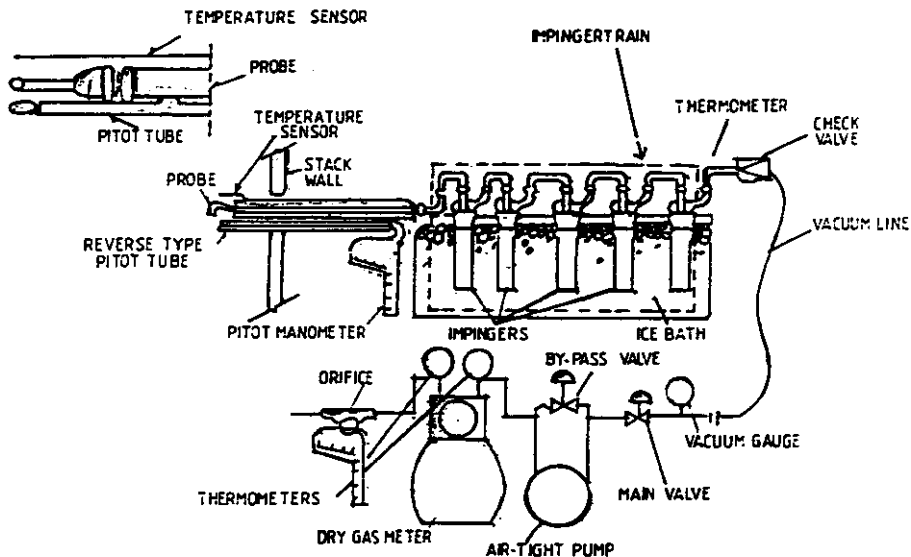
2.3.2. Pembuatan larutan NaOH 1 M

larutkan 40 gr NaOH dalam labu ukur 1000 ml dengan air suling sampai tanda batas;

2.4 Cara Uji

Lakukan pengujian dengan tahapan sebagai berikut :

- 1) masukkan isi impinger ke dalam erlenmeyer 100 ml, titrasi dengan larutan Na Thiosulfat 0,1 N : Catat volume titrasi pada titik akhir I (T_n , ml).
- 2) Tambahan 5 ml larutan asam sulfat 10% titrasi dilanjutkan sampai titik akhir ke 2. Catat total titrasi yang dibutuhkan untuk melewati titik akhir I dan ketitik akhir ke 2 (T_A , ml).



2.5. Perhitungan

Cara menghitung berapa mol muatan klor dan klor dioksida dengan rumus

$$\text{Eq I2 N} = (\text{Tn}) (10^{-3}) (\text{N}^-)$$

$$\text{Eq I2 A} = (\text{Ta}) (10^{-3}) (\text{N}^-)$$

$$\text{ClO}_2 = 1/4 \text{ Eq I2 A} - 1/4 \text{ Eq I2 N}$$

$$\text{CL mol} = 1/8 (5 \text{ Eq I2 N} - \text{Eq I2 A})$$

Keterangan :

Eq I2 N & Eq I2 A = ekuivalen dengan total Iod pada kondisi netral & jumlah titrasi atom

N = Normalitas Na tiosulfat

Cl₂ & ClO₂ = menggunakan standar perhitungan EPA

2.6 Laporan

Catat pada formulir kerja hal - hal sebagai berikut :

- 1) parameter yang diperiksa;
- 2) nama pemeriksa;
- 3) tanggal pemeriksaan;
- 4) nomor laboratorium;
- 5) nomor contoh uji;
- 6) lokasi pengambilan contoh;
- 7) waktu pengambilan contoh uji;
- 8) tingkat aliran gas cerobong;
- 9) nama pengawas/ahli dan penanggung jawab pekerjaan;
- 10) banyaknya (ml) dan normalitas larutan natrium thiosulfat yang digunakan.

**METODE PENGUJIAN
KADAR HIDROGEN KLORIDA (HCl)
DALAM EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK
DENGAN ALAT SPEKTRIFOTOMETER
SECARA MERKURI TIOSIANAT**

BAB I DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian kadar hidrogen klorida (HCl) dalam gas buang yang diemisikan dari sumber tidak bergerak .

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh kadar hidrogen klorida (HCl) dalam gas buang yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi :

- 1) cara pengujian kadar hidrogen klorida (HCl) dalam emisi gas antara 3 - 65 mg/Nm³;
- 2) penggunaan metode serapan merkuri tiosianat dengan alat spektrofotometer.

1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini :

- 1) **larutan induk** adalah larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah;
- 2) **larutan baku** adalah larutan yang mengandung kadar yang sudah diketahui secara pasti dan langsung digunakan sebagai pembandingan dalam pengujian;
- 3) **emisi** adalah makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien;
- 4) **kurva kalibrasi** adalah grafik yang menyatakan hubungan kadar larutan baku dengan hasil pembacaan serapan masuk yang biasanya merupakan garis lurus;
- 5) **larutan penyerap** adalah larutan yang dapat menyerap parameter yang akan dianalisis;
- 6) **lokasi pengambilan contoh uji** adalah titik pengambilan contoh uji yang harus mewakili emisi gas buang pada cerobong secara keseluruhan.

BAB II CARA PELAKSANAAN

2.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji

2.1.1 Peralatan

- 1) pipa pengambil contoh;
- 2) bahan isolasi panas;
- 3) pemanas;
- 4) botol penyerap;
- 5) filter;
- 6) kran cabang tiga;
- 7) bahan pengering (butiran silika gel atau CaCl_2);
- 8) kran;
- 9) botol pencuci (berisi 50 mL NaOH 20%);
- 10) pompa vakum;
- 11) gasmeter tipe basah (1-5 L/putaran);
- 12) termometer;
- 13) alat tekanan gauge;
- 14) spherical ground joint;
- 15) timbangan analitis;
- 16) gelas erlenmeyer 100 mL;
- 17) labu ukur 100, 250 mL;
- 18) botol warna coklat.

2.1.2 Bahan Penunjang Uji

Bahan penunjang yang digunakan dalam pengujian ini terdiri atas :

- 1) amonium besi (III) sulfat hidrat; $(\text{NH}_4)\{\text{Fe}(\text{SO}_4)_2\} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
- 2) silika gel;
- 3) merkuri tiosianat $\{\text{Hg}(\text{CNS})_2\}$;
- 4) asam perklorat (HClO_4);
- 5) natrium klorida (NaCl);
- 6) metanol (CH_3OH);
- 7) air suling atau air demineralisasi yang bebas logam.

2.2 Persiapan Benda Uji

Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut :

2.2.1 Lokasi Pengambilan Contoh Uji

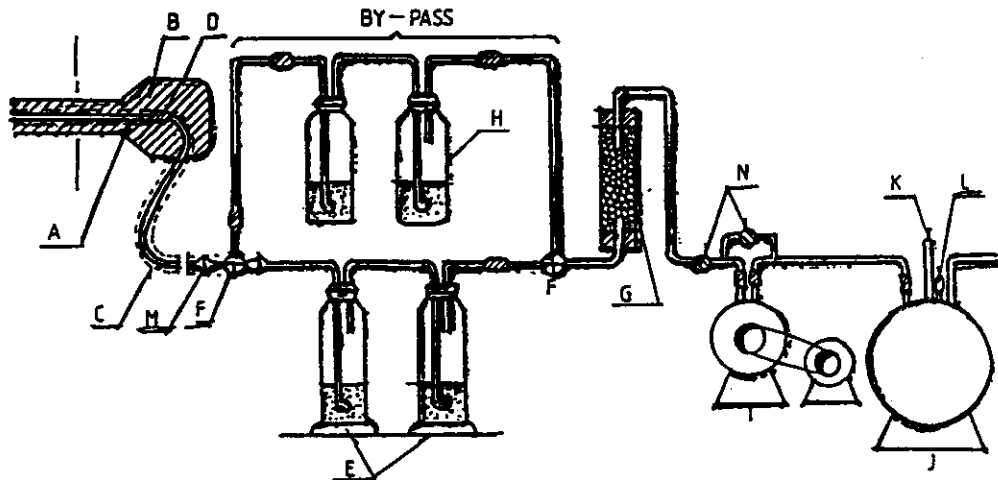
Lokasi pengambilan contoh uji mengikuti prosedur pada Metode Penentuan Tempat Pengambilan Contoh Dan Titik-titik Lintas Dalam Emisi Sumber Tidak Bergerak (BAPEDAL 770 - 0001 - 1996).

2.2.2 Persiapan Pengambilan Contoh Uji

- 1) posisi saat pengambilan contoh gas harus berada pada titik/lokasi yang dapat mewakili konsentrasi gas hidrogen klorida (HCl) yang diukur, sebagai contoh titik/lokasi dimana kecepatan aliran gas tidak berfluktuasi dan tidak berdebu;
- 2) pipa pengambil contoh gas harus mempunyai kualitas tidak terkorosi oleh asam klorida yang terdapat dalam gas buang, sebagai contoh adalah pipa gelas, pipa dari silika, dan pipa fluororesin;
- 3) pipa pengambil contoh harus dipasang sedemikian rupa sehingga akan membuka begitu sampai ditengah-tengah cerobong asap;
- 4) agar terlindung dari debu perlu dipasang filter pada pipa pengambil contoh;
- 5) untuk menghindari terjadinya pengembunan uap air, maka pada pipa pengambil contoh gas perlu dipanaskan sampai temperatur 120°C.

2.2.3 Pengambilan Contoh Uji

- 1) siapkan 2 buah botol penyerap dan masing-masing diisi 50 ml larutan penyerap;
- 2) letakkan botol penyerap dengan posisi sedekat mungkin dengan pipa pengambil contoh gas;
- 3) sebelum memasukkan contoh gas uji ke dalam botol penyerap, gantikan terlebih dahulu udara yang ada dalam pipa dengan contoh gas uji melalui by pass;
- 4) atur kecepatan penghisapan contoh gas antara 1 sampai 2 L/mnt. Sesuaikan jumlah volume pengambilan contoh gas dengan konsentrasi HCl dalam gas buang;
- 5) ukur suhu dan tekanan pada saat sedang dilakukan pengambilan contoh pada gasmeter;
- 6) setelah pengambilan contoh gas selesai, masukkan larutan yang berisi contoh gas dan larutan yang telah mengandung contoh gas dan larutan hasil cucian botol penyerap ke dalam labu ukur 250 ml, tambahkan air suling sampai tanda batas.



Gambar 2-12-1. Rangkaian peralatan pengambil contoh gas HCl

Keterangan gambar :

- | | | | |
|---|--|---|--|
| A | : Pipa pengambil contoh uji | H | : Botol pencuci (berisi 50 mL NaOH 20 %) |
| B | : Bahan isolasi panas | I | : Pompa vakum |
| C | : Pemanas | J | : Gasmeter tipe basah (1 - 5 L/putaran) |
| D | : Filter | K | : Termometer |
| E | : Botol penyerap | L | : Pressure gauge |
| F | : Kran cabang tiga | M | : Spherical ground joint |
| G | : Bahan pengering (butiran silika gel atau CaCl_2) | N | : Kran |

2.3 Persiapan Pengujian

2.3.1 Pembuatan Larutan Penyerap

- 1) masukkan 4 gram natrium hidroksida ke dalam gelas erlenmeyer 100 mL larutkan dengan air suling sebanyak 80 mL;
- 2) tuangkan larutan natrium hidroksida ke dalam labu ukur 1000 mL, bilas gelas erlenmeyer dengan air suling dan tuang ke dalam labu ukur,
- 3) ulangi pengambilan sampai 2 atau 3 kali tambahkan air suling sampai tanda batas.

2.3.2 Pembuatan Larutan Merkuri Tiosianat-Metanol

- 1) larutkan 0,4 gr merkuri tiosianat metanol dalam 100 ml metanol;
- 2) simpan larutan dalam botol berwarna coklat.

2.3.3 Pembuatan Larutan Amonium Besi (III) Sulfat

- 1) larutkan 6 gr amonium besi (III) sulfat. 12 hidrat dalam 100 ml asam perklorat (1+2) yang telah disiapkan sebelumnya;
- 2) simpan larutan dalam botol berwarna coklat.

2.3.4 Pembuatan Larutan Asam Perklorat (1+2)

- 1) masukkan 100 ml asam perklorat ke dalam labu ukur 500 ml;
- 2) tambahkan 200 ml air suling kemudian kocok hingga rata;
- 2) simpan larutan dengan baik.

2.3.5 Pembuatan Larutan Baku Klorida

- 1) larutkan 1,648 gr natrium klorida (NaCl) yang telah dipanaskan terlebih dahulu selama 40 sampai 50 menit pada suhu 500 sampai 600°C, kedalam gelas erlenmeyer 100 ml dengan air suling;
- 2) pindahkan larutan ke dalam labu ukur 1000 ml, dan tambahkan air suling sampai tanda batas;
- 3) ambil 20 ml larutan dengan pipet ukur dan masukkan ke dalam labu ukur 1000 ml;
- 4) tambahkan air suling sampai tanda batas.

2.3.6 Pembuatan Kurva Kalibrasi

- 1) optimalkan alat spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian konsentrasi hidrogen klorida (HCl);
- 2) masukkan 0 sampai 5 ml larutan baku klorida (0,02 mg/ml) pada tabung uji tertutup dan tambahkan 2 ml larutan amonium besi (III) sulfat, 1 ml larutan merkuri tiosianat metanol dan 10 ml metanol;
- 3) tutup tabung uji dan kocok sampai rata, pindahkan larutan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer dalam waktu 5 sampai 30 menit pada suhu kira-kira 20°C;
- 4) masukkan ke dalam alat spektrofotometer, baca dan catat serapan-masuknya pada panjang gelombang 460 nm;
- 5) apabila perbedaan hasil pengukuran secara duplo lebih besar dari 2%, periksa keadaan alat dan ulangi tahapan 2) sampai 4), apabila perbedaannya lebih kecil atau sama dengan 2%, rata-ratakan hasilnya.

2.4 Cara Uji

- 1) optimalkan alat spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian konsentrasi hidrogen klorida (HCl);
- 2) masukkan larutan contoh uji ke dalam tabung uji tertutup, tambahkan 2 ml larutan amonium besi (III) sulfat, 1 ml larutan merkuri tiosianat metanol dan 10 ml metanol;
- 3) tutup tabung uji dan kocok sampai rata, pindahkan larutan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer dalam waktu 5 sampai 30 menit pada suhu kira-kira 20°C;
- 4) masukkan ke dalam alat spektrofotometer, baca dan catat serapan-masuknya pada panjang gelombang 460 nm.

2.5 Perhitungan

2.5.1 Perhitungan Volume Contoh Uji Gas Yang Terambil :

Volume contoh gas uji yang terambil dihitung pada kondisi normal (25°C, 760 mmHg), menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_s = V \times \frac{298}{273 + t} \left(\frac{P_a + P_m - P_v}{760} \right)$$

Keterangan :

- V_s = volume contoh uji gas yang terambil (L)
 V = perbedaan nilai pembacaan pada gasmeter (L)
 P_a = tekanan atmosfer udara (mmHg)
 P_m = tekanan gauge pada gasmeter (mmHg)
 P_v = tekanan uap jenuh pada suhu t °C (mmHg)
 t = suhu gas dibaca pada gasmeter (°C)

2.5.2 Perhitungan Kadar Hidrogen Klorida (HCl) :

Kadar hidrogen klorida dalam contoh gas uji dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{A \times 250 \times \frac{36,5}{35,5}}{V_s} \times 1000$$

Keterangan :

- C = konsentrasi hidrogen klorida (mg/Nm³)
 A = konsentrasi ion klorida diperoleh melalui bantuan kurva kalibrasi (mg ion Cl/ml)
 V_s = volume contoh gas uji dalam keadaan kering diukur pada (25°C, 760 mmHg), (L)

2.6 Laporan

Catat pada formulir kerja hal - hal sebagai berikut :

- 1) parameter yang diperiksa;
- 2) nama pemeriksa;
- 3) tanggal pemeriksaan;
- 4) nomor laboratorium;
- 5) nomor contoh uji;
- 6) lokasi pengambilan contoh uji;
- 7) waktu pengambilan;
- 8) nama pengawas/ahli dan penanggung jawab pekerjaan;
- 9) banyaknya (mL) dan normalitas (N) larutan yang dipergunakan;
- 10) kadar ion klorida dalam contoh gas uji.

**METODE PENGUJIAN
KADAR HIDROGEN KLORIDA (HCl)
DALAM EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK
SECARA TITRIMETRI**

BAB I

DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian kadar hidrogen klorida (HCl) dalam gas buang yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh kadar hidrogen klorida (HCl) dalam gas buang yang diemisikan dari sumber tidak bergerak.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi :

- 1) cara pengujian kadar hidrogen klorida (HCl) dalam emisi gas antara 250 - 4000 mg/Nm³ dalam contoh uji sebanyak 80 liter;
- 2) penggunaan metode titrimetri perak nitrat dengan alat buret atau alat titrasi lain.

1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini :

- 1) **larutan induk** adalah larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah;
- 2) **larutan baku** adalah larutan yang mengandung kadar yang sudah diketahui secara pasti dan langsung digunakan sebagai pembandingan dalam pengujian;
- 3) **emisi** adalah makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien;
- 4) **larutan penyerap** adalah larutan yang dapat menyerap parameter yang akan dianalisis;
- 5) **lokasi pengambilan contoh uji** adalah titik pengambilan contoh uji yang harus mewakili emisi gas buang pada cerobong secara keseluruhan.

BAB II CARA PELAKSANAAN

2.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji

2.1.1 Peralatan

- 1) pipa pengambil contoh gas;
- 2) bahan isolasi panas;
- 3) pita pemanas;
- 4) labu pengambil contoh gas;
- 5) filter;
- 6) kran cabang tiga;
- 7) bahan pengering (butiran silika gel);
- 8) kran;
- 9) labu pencuci;
- 10) pompa vakum;
- 11) gasmeter;
- 12) termometer;
- 13) penyambung tipe bulat;
- 14) batang pengaduk;
- 15) labu ukur 50,100,1000 mL;
- 16) gelas erlenmeyer 100 mL;
- 17) pipet volume 5,10 mL;
- 18) pro-pipet;
- 19) buret 25 mL atau alat titrasi lain dengan skala jelas;
- 20) pH meter dengan kisaran pH 0 - 14 dengan ketelitian 0,02 dan telah dikalibrasikan pada saat digunakan.

2.1.2 Bahan Penunjang Uji

Bahan kimia yang berkualitas p.a dan bahan lain yang digunakan dalam pengujian ini terdiri atas :

- 1) natrium hidroksida;
- 2) asam nitrat;
- 3) perak nitrat;
- 4) nitro bensene;
- 5) amonium besi (III) sulfat. 12 hidrat
- 6) asam perklorat;
- 7) amonium tiosianat.

2.2 Persiapan Benda Uji

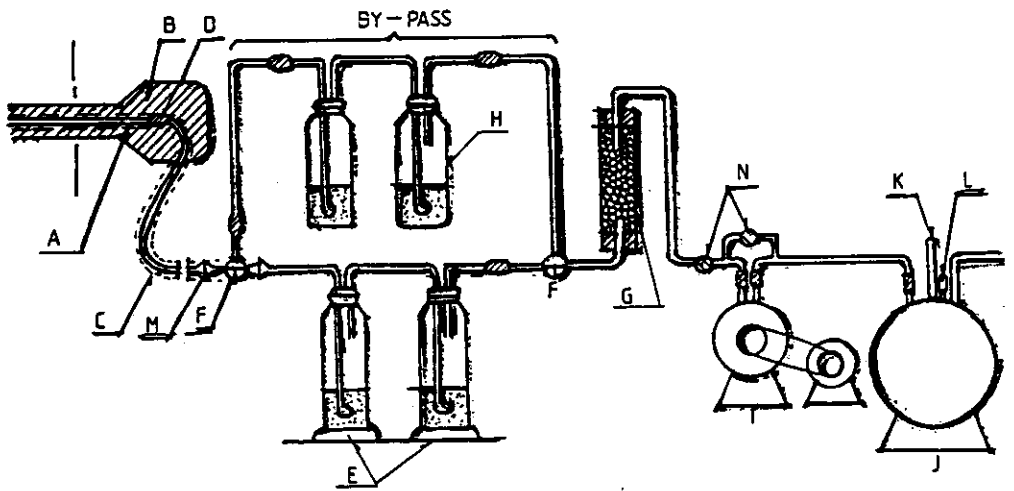
Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut :

2.2.1 Lokasi Pengambilan Contoh Uji .

Lokasi pengambilan contoh uji mengikuti prosedur pada Metode Penentuan Tempat Pengambilan Contoh Uji dan Titik-titik Lintas dalam Emisi Sumber Tidak Bergerak (BAPEDAL 770 - 0001 - 1996).

2.2.2 Pengambilan Contoh Uji

- 1) siapkan 2 buah labu pengambil contoh gas dan masukkan 50 ml larutan penyerap ke dalam masing-masing labu;
- 2) rangkaikan labu pengambil contoh gas seperti gambar 2-13-1;
- 3) masukkan pipa pengambil contoh gas ke tengah-tengah cerobong atau paling sedikit 1 meter dari dinding cerobong;
- 4) sebelum memasukkan gas ke dalam labu pengambil contoh gas, alirkan terlebih dahulu gas melalui sistem by pass dalam waktu kurang lebih 2 menit;
- 5) arahkan kran cabang tiga ke dalam labu pengambil contoh gas, catat volume yang tertera pada gasmeter dan kemudian alirkan gas ke dalam labu pengambil contoh gas;
- 6) atur kecepatan aliran gas 1 sampai 2 L/menit dan pada saat yang bersamaan catat temperatur dan tekanan pada gasmeter;
- 7) setelah selesai pengambilan contoh gas catat volume akhir pada gasmeter;
- 8) lepas ke dua labu pengambil contoh gas, tuang larutan penyerap beserta air bekas cucian ke dalam labu ukur 250 mL, tambah air suling sampai tanda batas. Larutan siap untuk dianalisa.



Gambar 2-13-1. Rangkaian Peralatan Pengambilan Contoh Uji Gas HCl.

Keterangan gambar :

| | | | |
|---|--|---|--|
| A | : Pipa pengambil contoh uji | H | : Botol pencuci (berisi 50 mL NaOH 20 % b/v) |
| B | : Bahan isolasi panas | I | : Pompa vakum |
| C | : Pemanas | J | : Gasmeter tipe basah (1 - 5 L /putaran) |
| D | : Filter | K | : Termometer |
| E | : Botol penyerap | L | : Pressure gauge |
| F | : Kran cabang tiga | M | : Spherical ground joint |
| G | : Bahan pengering (butiran silika gel atau CaCl_2) | N | : Kran |

2.3 Persiapan Pengujian

2.3.1 Pembuatan Larutan Penyerap

- 1) masukkan 4 gram natrium hidroksida ke dalam gelas erlenmeyer 100 mL larutkan dengan air suling sebanyak 80 mL;
- 2) tuangkan larutan natrium hidroksida ke dalam labu ukur 1000 mL, bilas gelas erlenmeyer dengan air suling dan tuang ke dalam labu ukur;
- 3) ulangi pengambilan sampai 2 atau 3 kali tambahkan air suling sampai tanda batas.

2.3.2 Pembuatan Asam Nitrat 10 %

- 1) pipet 10 mL asam nitrat pekat dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL;
- 2) tambahkan air suling ke dalam labu sampai tanda batas.

2.3.3 Pembuatan Perak Nitrat 0,1 N

- 1) larutkan 1,6987 gr perak nitrat dengan 50 mL air suling di dalam labu ukur 100 mL;
- 2) tambahkan air suling ke dalam labu sampai tanda batas;
- 3) tetapkan kenormalan larutan baku AgNO_3 dengan NaCl 0,1N.

2.3.4 Pembuatan Larutan Amonium Besi (III) Sulfat

- 1) larutkan 6 gr amonium besi (III) sulfat. 12 hidrat dalam 100 ml asam perklorat (1+2) (dibuat dari 1 bagian asam perklorat ditambah 2 bagian air suling) dalam botol erlenmeyer yang telah disiapkan sebelumnya;
- 2) simpan larutan dalam botol berwarna coklat.

2.3.5 Pembuatan Amonium Thiosianat 0,1 N

- 1) larutkan 0,76 gram dengan 10 mL air suling di dalam labu ukur 100 mL;
- 2) tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera;

2.4 Cara Uji

Lakukan pengujian dengan tahapan sebagai berikut :

- 1) ambil 25 sampai 50 mL larutan yang telah mengandung contoh uji, masukkan ke dalam botol erlenmeyer;
- 2) tambahkan 5 mL larutan asam nitrat 10 %, kemudian tambahkan 25 mL larutan perak nitrat 0,1 N dan 3 mL nitro bensene serta tambahkan 1 mL larutan amonium besi (III) sulfat.12 hidrat;
- 3) aduk larutan contoh uji sampai rata dan titrasi menggunakan larutan amonium tiosianat 0,1 N sampai terjadi perubahan warna menjadi merah muda;
- 4) lakukan uji blangko mengikuti tahapan 1) sampai 3) terhadap larutan yang telah diencerkan 2,5 kali menggunakan air suling.

2.5 Perhitungan

2.5.1 Perhitungan Volume Contoh Uji Gas Yang Terambil

Volume contoh uji gas yang terambil dihitung pada kondisi normal (25°C, 760 mmHg), menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_s = V \times \frac{298}{273 + t} \left(\frac{P_a + P_m - P_v}{760} \right)$$

Keterangan :

- V_s = volume contoh uji gas yang terambil (L)
- V = nilai pembacaan pada gasmeter (L)
- P_a = tekanan atmosfer udara (mmHg)
- P_m = tekanan gauge pada gasmeter (mmHg)
- P_v = tekanan uap jenuh pada suhu t °C (mmHg)
- t = temperatur gas dibaca pada gasmeter (°C)

2.5.2 Perhitungan Kadar Hidrogen Klorida (HCl)

Kadar hidrogen klorida dalam contoh uji gas dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{3,65 (b - a) f \times \frac{250}{v}}{V_s} \times 1000$$

Keterangan :

- C = konsentrasi hidrogen klorida (mg/Nm³)
- a = volume larutan amonium tiosianat 0,1 N yang diperlukan untuk titrasi contoh uji (mL)
- b = volume larutan amonium tiosianat 0,1 N yang diperlukan untuk titrasi blanko (mL)
- f = faktor larutan amonium tiosianat 0,1 N
- v = jumlah larutan contoh uji yang dianalisis (mL)
- V_s = jumlah gas yang terambil pada kondisi standar (25°C, 760 mmHg), (L)

2.6 Laporan

Catat pada formulir kerja hal - hal sebagai berikut :

- 1) parameter yang diperiksa;
- 2) nama pemeriksa;
- 3) tanggal pemeriksaan;
- 4) nomor laboratorium;
- 5) nomor contoh uji;
- 6) lokasi pengambilan contoh uji;
- 7) waktu pengambilan;
- 8) nama pengawas/ahli dan penanggung jawab pekerjaan;
- 9) banyaknya (mL) dan normalitas (N) larutan amonium tiosianat yang dipergunakan;
- 10) kadar hidrogen klorida dalam benda uji (mg/Nm^3).

LAMPIRAN III

3.1 Persyaratan Cerobong

Cerobong udara harus dibuat dengan mempertimbangkan aspek pengendalian pencemaran udara yang didasarkan pada lokasi dan tinggi cerobong. Pertimbangan kondisi meteorologis dan tata guna tanah merupakan salah satu pertimbangan untuk mendapatkan lokasi dan tinggi cerobong yang tepat, dimana dengan perhitungan modelling pencemaran udara akan dapat ditentukan dispersi udara dari cerobong terhadap kondisi udara sekitarnya. Dari dispersi udara, dapat ditentukan konsentrasi udara di atas permukaan tanah yang sesuai dengan standar kualitas udara ambien. Rancang bangun atau disain cerobong disesuaikan kondisi pabrik dengan pertimbangan emisi yang akan dikeluarkan tidak melebihi baku mutu emisi udara di atas permukaan tanah yang sesuai dengan standar kualitas udara ambien. Rancang bangun atau disain cerobong disesuaikan kondisi pabrik dengan pertimbangan emisi yang akan dikeluarkan tidak melebihi baku mutu emisi udara yang ditetapkan.

Disamping itu beberapa persyaratan perencanaan cerobong secara umum seperti berikut:

1. Tinggi cerobong sebaiknya 2 - 2 1/2 kali tinggi bangunan sekitarnya sehingga lingkungan sekitarnya tidak terkena turbulensi.
2. Kecepatan aliran gas dari cerobong sebaiknya lebih besar dari 20 m/detik sehingga gas-gas yang keluar dari cerobong akan terhindar dari turbulensi.
3. Gas-gas dari cerobong dengan diameter lebih kecil dari 5 feet dan tinggi kurang dari 200 feet akan mengakibatkan konsentrasi di bagian bawah akan menjadi tinggi.
4. Konsentrasi maksimum bagian permukaan tanah dari cerobong gas-gas (agar terjadi difusi) biasanya terjadi pada jarak 5 - 10 kali tinggi cerobong downwind.
5. Konsentrasi maksimum zat pencemar berkisar antara 0,001 - 1 % dari konsentrasi zat pencemar dalam cerobong.
6. Konsentrasi di permukaan dapat dikurangi dengan menggunakan cerobong yang tinggi. Variasi konsentrasi pencemar pada permukaan akan berbanding terbalik dengan kwadrat tinggi cerobong efektif.
7. Warna cerobong harus mencolok sehingga mudah terlihat.
8. Cerobong dilengkapi dengan pelat penahan angin yang melingkari cerobong secara memanjang ke arah ujung atas.
9. Puncak cerobong sebaiknya terbuka, jika pihak industri menganggap perlu untuk memberi penutup (biasanya cerobong kecil/rendah) maka penutup berbentuk segitiga terbalik (terbuka keatas).
10. Setiap cerobong diberi nomor dan dicantumkan dalam denah industri.

Disamping itu di sekitar cerobong sebaiknya dilengkapi dengan tempat parkir sehingga kendaraan sampling dapat sedekat mungkin dengan lubang sampling.

Apabila cerobong tidak sesuai dengan ketentuan diatas (untuk industri yang beroperasi sebelum dan sejak tahun 1995), maka perlu dilakukan modifikasi perlakuan gas buang. Hal tersebut dilakukan dengan mengubah kecepatan serta temperatur gas, sehingga akan diperoleh tinggi cerobong efektif yang lebih tinggi.

3.2 Persyaratan Lubang Pengambilan Sampel

Untuk pengambilan sampel, maka diperlukan pembuatan lubang pengambilan sampel dengan persyaratan :

1. Lubang pengambilan sampel yang mampu mendapatkan data yang akurat dan ekonomis, dengan persyaratan sebagai berikut :
 - lokasi lubang pengambilan sampel sebaiknya pada posisi dua bagian dari ujung bawah dan delapan bagian dari bawah;
 - diameter lubang pengambilan sampel sekurang-kurangnya sepuluh sentimeter;
2. Lubang pengambilan sampel harus memakai tutup dengan sistem pelat flange yang dilengkapi dengan baut.
3. Arah lubang pengambilan sampel tegak lurus dinding cerobong

3.3 Persyaratan Sarana Pendukung.

Sarana pendukung diantaranya tangga, lantai kerja, pagar pengaman, aliran listrik dengan persyaratan seperti berikut :

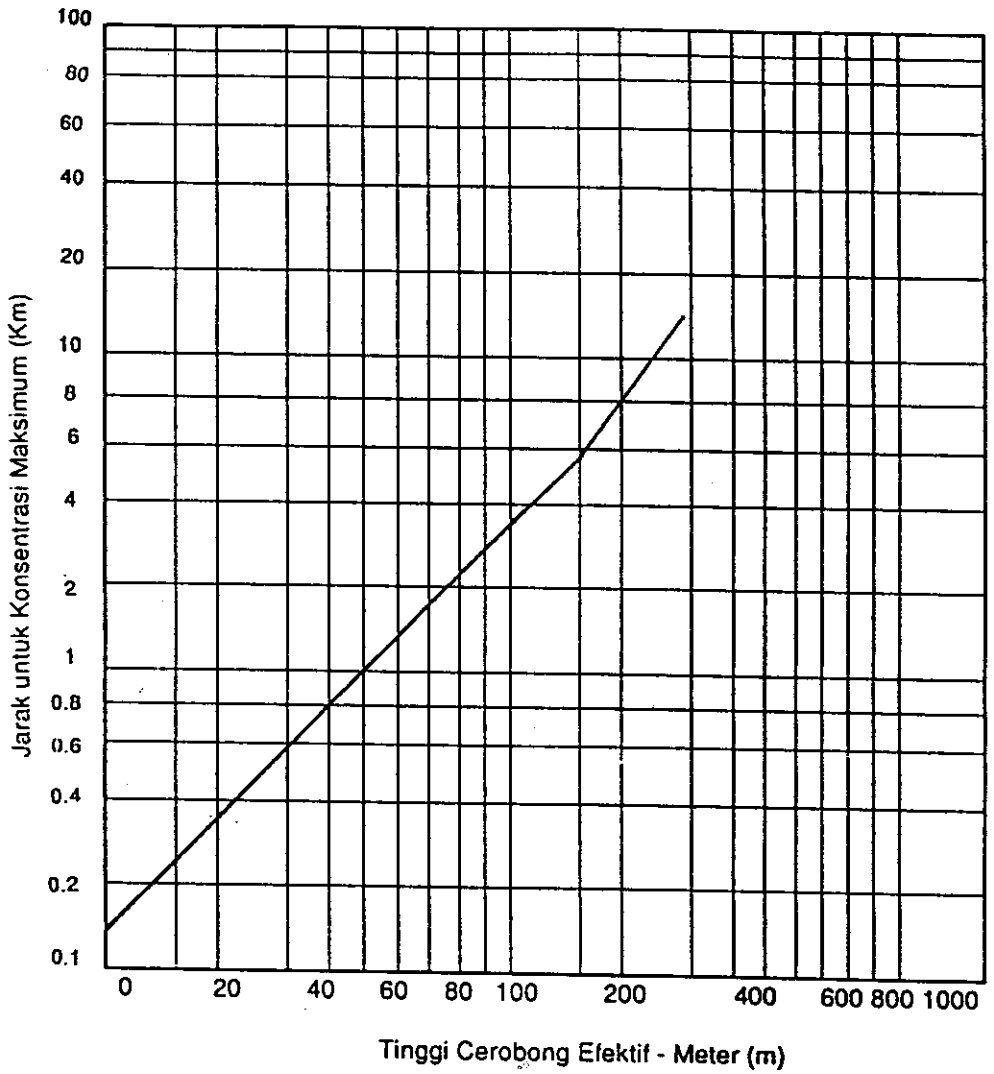
1. Tangga besi dan selubung pengaman berupa pelat besi;
2. lantai kerja (landasan pengambilan sampel) dengan ketentuan sebagai berikut :
 - dapat mendukung beban minimal 500 kilogram;
 - keleluasaan kerja bagi minimal tiga orang;
 - lebar lantai kerja terhadap terhadap lubang pengambilan sampel adalah 1,2 meter dan melingkari cerobong
 - pagar pengaman setinggi satu meter;
 - dilengkapi dengan katrol pengangkat alat pengambilan sampel.
3. Stop kontak aliran listrik yang sesuai dengan peralatan yang digunakan, yaitu Voltase` 220 V, 30 A, Single phase, 50 Hz AC.
4. Penempatan sumber aliran listrik dekat dengan lubang pengambilan sampel
5. Sarana dan prasarana pengangkutan serta perlengkapan keamanan pengambilan sampel bagi petugas disediakan oleh industri

Gambar perencanaan cerobong dan detail lubang pengambilan sampel serta sarana pendukungnya . dapat dilihat pada gambar berikut.

3.4 Susunan tim pengambilan sampel

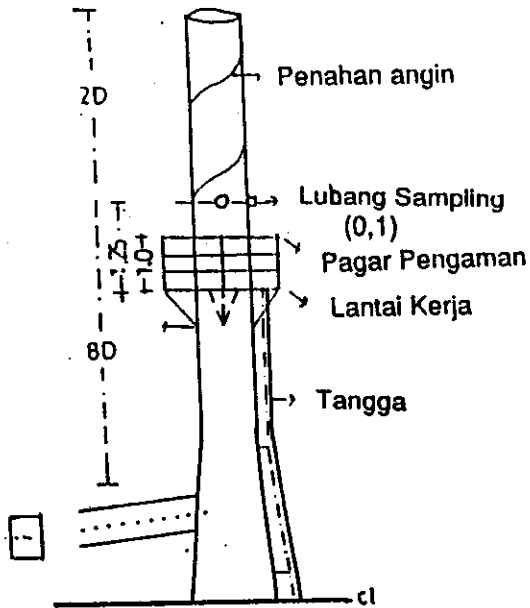
Tim pengambilan sampel minimal terdiri dari 4 orang dengan uraian sebagai berikut:

- 1 orang bertugas di ruang kontrol
- 2 orang mengambil sampel di cerobong
- 1 orang di bawah cerobong (bertugas menjaga keamanan)

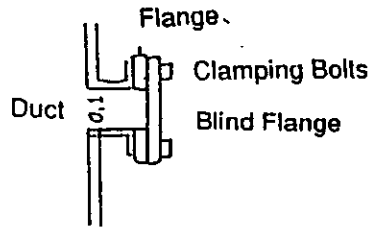


Gambar 3.1 KURVA UNTUK STABILITAS NETRAL

Gambar 3.2 PENEMPATAN LUBANG SAMPLING PADA CEROBONG

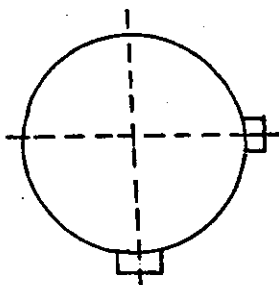


Lubang Sampling

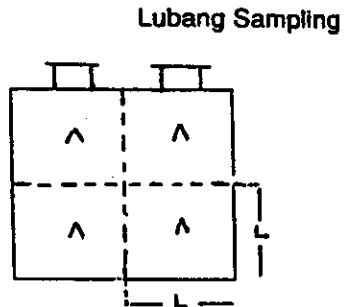


Detail Lubang Sampling

Posisi Lubang Sampling untuk Cerobong berbentuk persegi empat



Lubang Sampling



LAMPIRAN IV

Pengendalian pencemaran udara secara garis besar meliputi pengendalian partikulat dan pengendalian gas. Terdapat beberapa peralatan yang secara spesifik dapat mengurangi emisi dari partikulat dan gas, dimana mekanisme pengendaliannya untuk partikulat secara umum dilakukan secara fisik (penyaringan, perbedaan medan magnet, penangkapan dan lain-lain) dan untuk gas secara umum dengan cara kimiawi (pelarutan, penyerapan dan lain-lain).

Pemilihan peralatan pengendalian pencemaran udara, ditentukan berdasarkan faktor - faktor sebagai berikut:

- jenis proses produksi yang akan dikendalikan.
- beban dan konsentrasi outlet yang diperlukan.
- kelembaban inlet.
- temperatur inlet.
- jenis partikel/debu yang akan dikumpulkan.
- konsentrasi debu pada inlet.
- volume inlet.

4.1 Electrostatic Precipitator (EP)

Electrostatic Precipitator (EP) merupakan peralatan pengendalian pencemaran udara untuk partikel yang bekerja berdasarkan medan listrik yang terjadi sebagai akibat dari perbedaan muatan listrik.

EP mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan peralatan lain dimana EP memiliki penurunan tekanan yang konstan dan kinerja bervariasi. Beberapa keuntungan EP yang lainnya adalah :

- Serba guna dimana kinerja yang efisien untuk semua industri.
- Efisien dengan tingkat pengumpulan debu lebih dari 99,9 % untuk seluruh ukuran partikel, termasuk ukuran sub micron.
- Konsumsi energi 20 - 60 kW tiap 100.000 cubic feet gas, tergantung pada tipe unit, proses, efisiensi dan lain-lain.
- Tahan terhadap kehilangan tekanan.
- Dapat beradaptasi untuk suatu kondisi yang ekstrim seperti temperatur yang berfluktuasi secara ekstrim.
- Perawatan yang relatif mudah, dimana perawatan internal dapat dilakukan pada saat pabrik sedang tidak beroperasi (shut-down) sedangkan perawatan eksternal dapat dilakukan secara tidak teratur tetapi dalam frekwensi yang relatif rendah.
- Waktu penyusutan relatif lama. Penggantian peralatan relatif tidak berarti dalam kondisi operasi yang normal.

4.2 Siklon

Siklon merupakan peralatan penangkap debu yang bekerja berdasarkan gaya centrifugal dimana udara yang masuk secara tangensial, menyebabkan material digerakkan ke arah luar dari kerucut dan dikeluarkan melalui hopper, sedangkan udara bersih akan dikeluarkan melalui bagian atas dari siklon. Kadang-kadang siklon di pasang untuk pengendalian awal debu pada boiler penyimpanan panas dan boiler limbah kayu untuk mengurangi beban ke Praecipitator. Rata-rata efisiensi siklon 65 % untuk diameter partikel 40 micron.

4.3 Pengumpul Proses Basah (Wet Process Collector)

Tipe ini menggunakan semburan air untuk menangkap aliran gas dan mengendapkan partikel dan gas dalam air sehingga dapat dipisahkan.

Dua jenis pengumpul proses yang digunakan:

1. Wet Scrubber, dimana kelembaban debu dikumpulkan pada settling pond, dan wet precipitator yang diisi kabut partikel yang mengumpulkan droplet pada pipa.
2. Pengumpul cair, berakumulasi kemudian dicurahkan ke dalam dasar precipitator untuk dialirkan. Proses basah pengumpul partikulat menghasilkan endapan (Sludge) yang menimbulkan masalah pencemaran baru (kedua) yang harus diatasi. pengumpul proses basah sering digunakan pada boiler pembakar limbah kayu dan kabut asam sulfat.

4.4 Cartridge Collector

Sistem operasi cartridge menggunakan lipatan filter sekitar 2 sampai 3 pasang, yang terbuat dari kertas atau lakan media (felt paper). Cartridge collector sering digunakan pada proses industri kecil yang menangani laju pembuangan lebih kecil dari 25.000 feet³/menit.

4.5 Baghouses

Baghouses (sering disebut pengumpul debu kering atau fabric filter collectors) efisiensinya mendekati precipitator dan digunakan untuk berbagai aplikasi. Baghouses seperti rumah yang disemua tempat terdiri dari beberapa lusin sampai ribuan lusin *fabric filter bags*. Penomoran 'bags' adalah unit, sesuai dengan material pembuat 'bags' yang tergantung pada kegunaannya. Udara yang mengandung debu didorong atau ditarik melalui 'bags filter' yang menyebabkan terbentuknya lapisan debu pada 'bags' yang memisahkan debu dari udara bersih. 'Bags' dibersihkan dengan menggunakan getaran mekanik yang lain, kebalikan dari proses udara atau getaran dengan penekanan udara.

Secara deskriptif proses pengendalian pencemaran yang telah dilakukan oleh industri dapat dilihat dari hasil isian tabel dibawah ini. Setiap jenis peralatan pengendalian pencemaran udara mempunyai tabel isian tersendiri (Form.PM 01-05).

Setiap Industri disarankan mempunyai sistem pemantauan peralatan pengendalian pencemaran udara dengan pengecekan dan pengamatan sesuai dengan formulir yang ada (Form.PM 01-05) sesuai dengan peralatan yang digunakan. Periode waktu pengecekan dan pengamatan disesuaikan dengan jadwal rutin yang telah disusun oleh pihak industri.

Peralatan Pengendalian pencemaran udara yang umum digunakan dalam industri seperti dalam gambar-gambar yang ditunjukkan dalam halaman berikut, namun jika dimungkinkan industri mempunyai jenis/sistem pengendalian pencemaran udara yang lain yang dianggap lebih efektif dan efisien maka dapat diterapkan juga.

FORMULIR PEMANTAUAN PERALATAN PENGENDALIAN PENCEMARAN UDARA

Electroprecipitator

Nama subproses : _____

Efisiensi Design : _____

Tanggal : _____

Penanggung jawab pemantauan : _____

No. Telp: _____

Paraf: _____

| Interval Pencatatan * | | Beda Tegangan (kV) saat operasi normal | Arus (mA) saat operasi normal | | | | | Kecepatan Penjatuhan Debu |
|-----------------------|-----------|---|----------------------------------|---|---|---|---|------------------------------|
| Jam/waktu | Menit ke | | Nomor Lokasi Pengukuran | | | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | Rata-rata | | | | | | | |
| | Design | | | | | | | |

- (*) Interval waktu 15-30 menit
- Rapper Timing : _____
- Pemindahan abu/debu setiap (satuan waktu) : Rata-rata _____ Selama Test: _____

FORMULIR PEMANTAUAN PERALATAN PENGENDALIAN PENCEMARAN UDARA

Siklon (Centrifugal Collector)

Bagian Subproses: _____

Effisiensi design : _____

Tanggal : _____

Nama Penanggung jawab pemantauan : _____ No. Telp: _____ Paraf: _____

| | Design | Selama Test | | |
|--|--------|-------------|-------------|------------|
| | | Saat awal | Pertengahan | Saat akhir |
| Beda Tekan (Sepanjang alat) H ₂ O | | | | |
| Arus dalam Fan Motor | | | | |

- Apakah ada alat pengukur beda tekan di bagian "*dampers*" ? (YA/TIDAK)

- Jika ya, Bagaimana posisi "*dampers*" selama test?

- Hasil abu/debu yang bisa ditangkap : Rata-rata : _____ Selama Test: _____

FORMULIR PEMANTAUAN PERALATAN PENGENDALIAN PENCEMARAN UDARA

Fabric Filter/Bag House

Bagian Subproses: _____

Effisiensi design : _____

Tanggal : _____

Nama Penanggung jawab pemantauan : _____

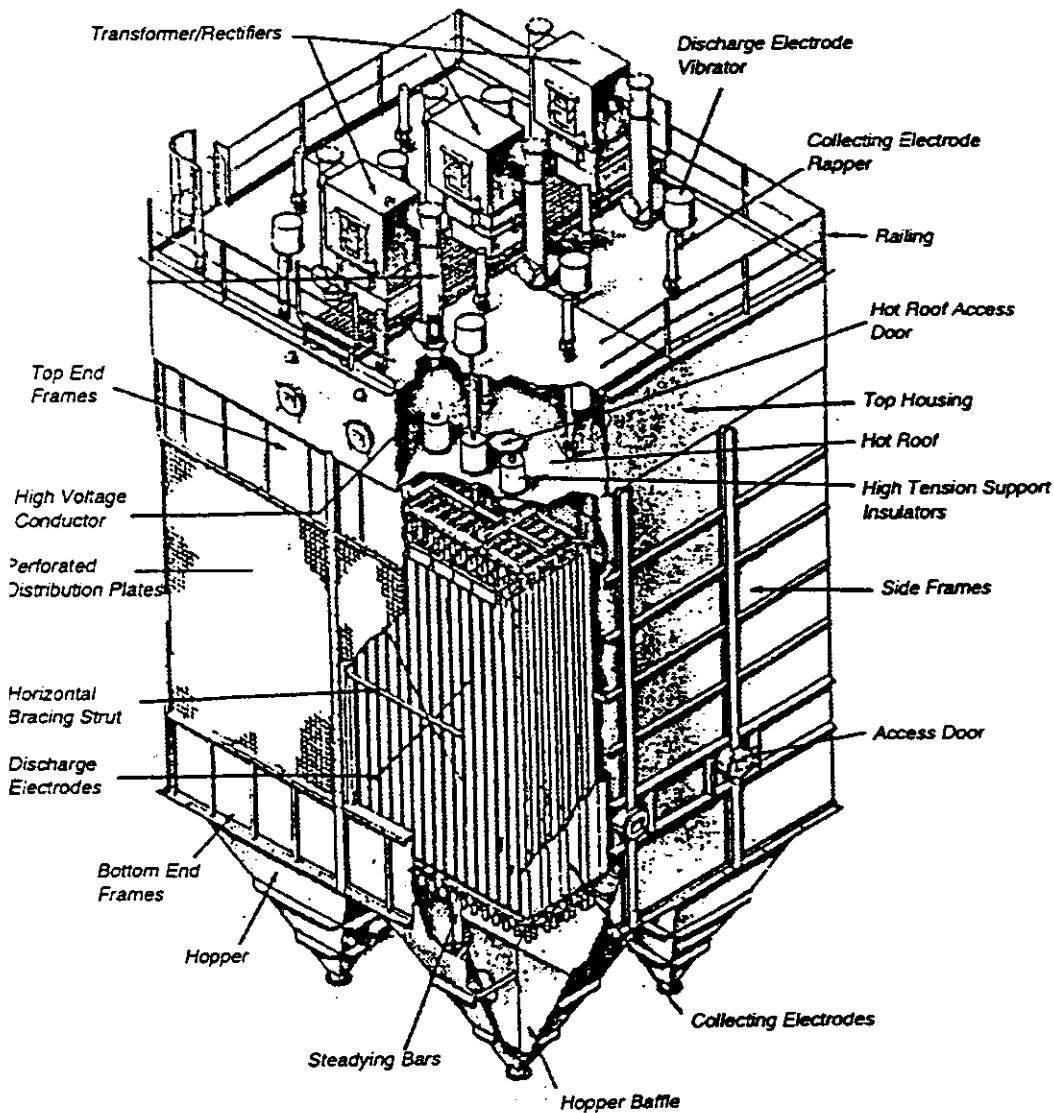
No. Telp: _____ Paraf: _____

| Interval Pencatatan * | | Beda Tekan Sepanjang Bag House (H ₂ O) | Beda Tekan Compartment (H ₂ O) | | | | |
|-----------------------|-----------|---|---|---|---|---|---|
| Jam/Waktu | Menit ke | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | Rata-rata | | | | | | |
| | Design | | | | | | |

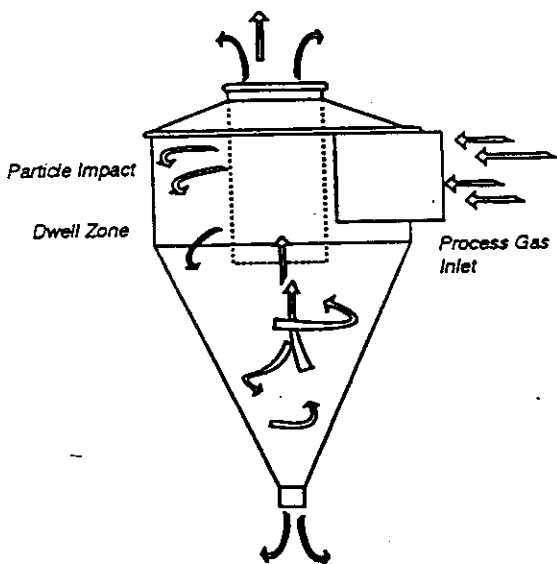
| | Design/Normal | Selama Test |
|---------------------------------------|---------------|-------------|
| Kisaran Temperatur dari Filter Fabric | | |
| Posisi Fan Damper | | |
| Arus dalam Fan (amp) | | |
| Siklus Pembersihan | | |
| Total Jumlah dari bags selama operasi | | (**) |

- (*) Interval waktu 10 menit

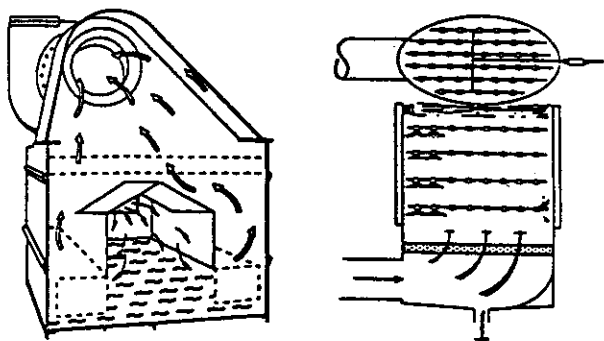
- (**) Informasi dalam kolom ini dapat diperoleh saat Boiler/alat ybs shut down



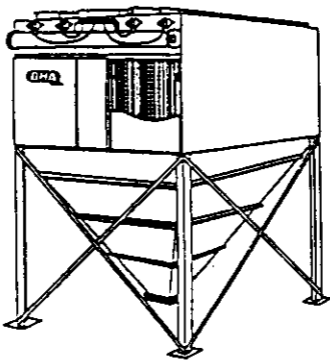
Gambar 4.1 Tipikal Electrostatic Precipitator.



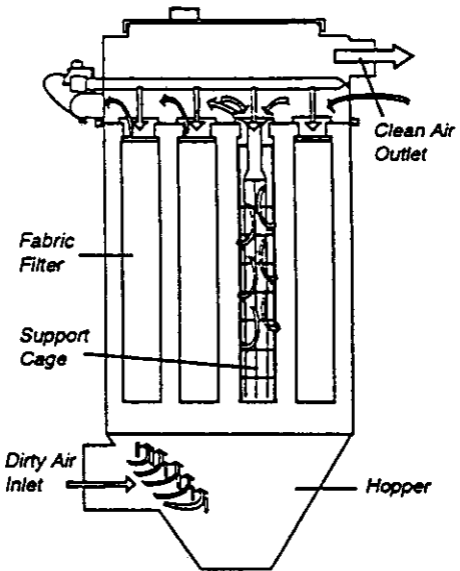
Gambar 4.2 Tipikal Siklon.



Gambar 4.3 Tipikal Scrubber.



Gambar 4.4 Cartridge Collector.



Gambar 4.5 Tipikal Bag haouse