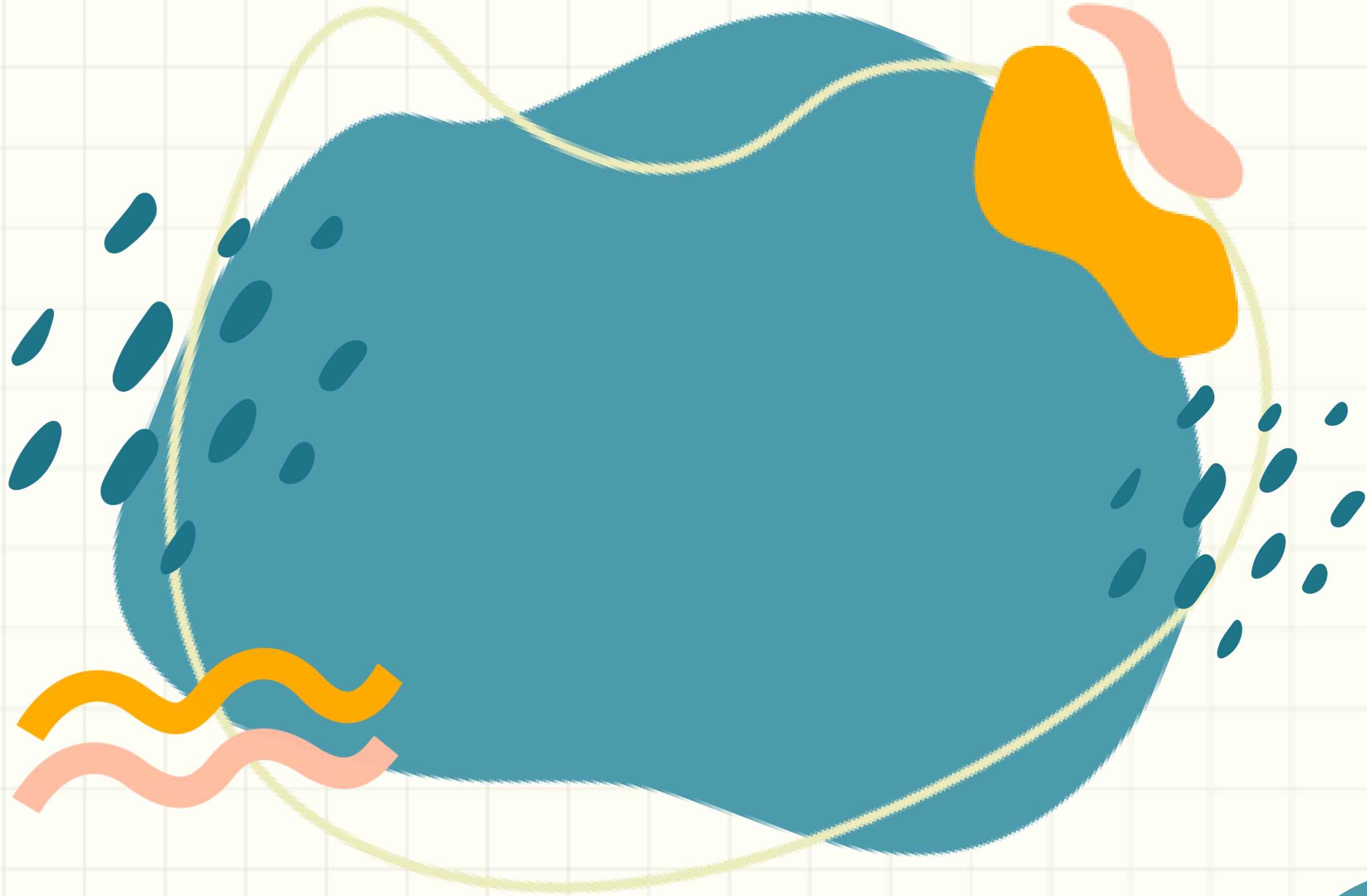


Teknik Sampling Udara



1. Pengertian

Sampling udara adalah proses pengambilan sebagian kecil dari udara di lingkungan untuk dianalisis di laboratorium, sehingga diperoleh informasi tentang kandungan polutan atau karakteristik fisik–kimia udara tersebut.

Udara bersifat:

Kontinu →

terus bergerak, bercampur, dan berubah secara waktu serta lokasi.

Berjumlah sangat besar →

tidak mungkin dianalisis seluruhnya. Oleh karena itu, perlu diambil sampel representatif, yaitu bagian kecil yang mewakili kondisi udara sesungguhnya.

Tujuan Sampling untuk:

1. Mengetahui konsentrasi polutan tertentu (misalnya $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} , NO_2 , CO , O_3 , SO_2 , VOC).
2. Menilai kepatuhan terhadap baku mutu udara ambien atau udara emisi.
3. Memantau efektivitas sistem pengendalian pencemaran udara.
4. Mendukung kajian kesehatan lingkungan atau epidemiologi (hubungan paparan udara dengan gangguan kesehatan).
5. Menyediakan data untuk model dispersi polutan dan inventarisasi emisi.

Prinsip Dasar Sampling Udara

Prinsip	Arti	Penjelasan
Representatif	Mewakili kondisi udara sebenarnya	Titik sampling, waktu, dan durasi harus mencerminkan situasi nyata, bukan kondisi ekstrem atau tidak wajar.
Akurat	Memberi hasil mendekati nilai sebenarnya	Dicapai dengan alat yang terkalibrasi dan prosedur sesuai standar (mis. SNI, ISO, EPA).
Valid	Data dapat diterima secara ilmiah	Mengikuti metode baku, misalnya SNI 19-7119.3:2017 (PM ₁₀), EPA 40 CFR Part 50 (SO ₂).
Traceable	Dapat ditelusuri kembali	Semua langkah, alat, dan data tercatat dengan baik (kalibrasi, lokasi, tanggal, operator).

Klasifikasi Metode Sampling Berdasarkan Waktu

Metode sampling udara dapat dibedakan berdasarkan lama waktu pengambilan sampel dan frekuensi pemantauan

1. Grab Sampling (Pengambilan Sesaat)

Definisi: Pengambilan udara pada satu waktu tertentu dengan volume kecil.

Durasi: Beberapa detik hingga beberapa menit.

Contoh alat: Kantong Tedlar, tabung stainless steel, syringe udara.

Kegunaan:

Penelitian singkat, Uji kebocoran gas, dan Analisis gas reaktif atau tidak stabil.

Kelebihan: Cepat dan sederhana.

Keterbatasan: Tidak mewakili kondisi rata-rata karena hanya menangkap momen tertentu.

Contoh: Pengambilan udara saat terjadi ledakan atau pelepasan gas mendadak di pabrik.

Klasifikasi Metode Sampling Berdasarkan Waktu

2. Short-Term Sampling (Jangka Pendek)

Definisi: Pengambilan udara selama periode terbatas (biasanya 10–30 menit) menggunakan pompa penghisap.

Tujuan: Mengukur kondisi udara dalam jangka waktu singkat namun lebih stabil dari grab sampling.

Contoh alat: High-volume air sampler (HVS), impinger untuk gas SO_2/NO_2 .

Kelebihan: Dapat menunjukkan variasi antar jam.

Keterbatasan: Masih belum mencerminkan rata-rata harian atau bulanan.



Klasifikasi Metode Sampling Berdasarkan Waktu

3. Long-Term Sampling (Jangka Panjang)

Definisi: Pengambilan udara dalam waktu lama, biasanya 8 jam hingga 24 jam.

Tujuan: Mendapatkan nilai rata-rata harian (24-hour average concentration).

Contoh alat:

Low volume sampler (LVS) untuk $PM_{2.5}$, PM_{10} .

Passive sampler untuk SO_2 dan NO_2 .

Kelebihan: Representatif untuk penilaian kualitas udara harian dan regulasi baku mutu.

Keterbatasan: Membutuhkan waktu lama dan perawatan alat yang stabil.

Klasifikasi Metode Sampling Berdasarkan Waktu

4. Continuous Sampling (Pemantauan Kontinu)

Definisi: Pemantauan udara secara terus menerus (real-time) menggunakan alat otomatis dengan sistem sensor dan data logger.

Output: Data per menit, per jam, atau harian langsung terekam digital.

Contoh alat: Continuous Ambient Air Quality Monitoring System (CAAQMS), Gas analyzer (SO_2 , NO_x , O_3 , CO) berbasis UV-fluorescence, chemiluminescence, IR.

Kelebihan: Deteksi cepat perubahan polutan, Dapat digunakan untuk sistem peringatan dini (early warning system).

Keterbatasan: Biaya tinggi dan perawatan kompleks, Perlu kalibrasi rutin & kestabilan listrik.

Klasifikasi Metode Sampling Berdasarkan Alat/Proses

1. Active Sampling (Metode Aktif)

Pengertian Active sampling adalah metode pengambilan udara dengan menggunakan pompa penghisap (air pump) untuk memaksa udara mengalir melewati media penyerap atau filter. Udara yang terhisap akan membawa partikel atau gas yang kemudian terperangkap dalam media pengumpul, sehingga dapat dianalisis di laboratorium.

Komponen utama

Pompa udara (air sampling pump) → untuk mengatur laju aliran (flow rate).

Media penyerap (filter atau cairan absorban):

Filter fiber glass, Teflon, atau kuarsa untuk partikulat (PM_{10} , $PM_{2.5}$)

Impinger berisi larutan kimia (misalnya H_2O_2 untuk SO_2 , $NaOH$ untuk CO_2)

Flow meter → untuk memantau laju aliran udara. Timer dan volume counter → mencatat durasi dan total volume udara yang terhisap.

Klasifikasi Metode Sampling Berdasarkan Alat/Proses

2. Passive Sampling (Metode Pasif)

Pengertian Passive sampling adalah metode pengambilan udara tanpa pompa, di mana udara masuk ke media penyerap secara alami melalui proses difusi atau adsorpsi.

Prinsipnya didasarkan pada perbedaan konsentrasi polutan antara udara sekitar dan media penyerap.

Komponen utama

Diffusion tube / Passive sampler → tabung kecil berisi bahan penyerap (biasanya impregnated filter).

Media penyerap (adsorben) seperti: Triethanolamine (TEA) untuk NO_2
Potassium carbonate (K_2CO_3) untuk SO_2

Activated charcoal atau Tenax untuk VOC

Penentuan Titik Sampling Udara

Menentukan titik sampling udara sangat penting agar data hasil pemantauan benar-benar mewakili kondisi udara sesungguhnya di area studi. Titik yang salah akan menghasilkan data yang tidak representatif, bias, dan tidak bisa digunakan untuk evaluasi kualitas udara atau kebijakan lingkungan.



Penentuan Titik Sampling Udara

Prinsip Umum Penentuan Titik Sampling

Prinsip	Penjelasan
Representatif	Titik harus mewakili area pemantauan (misal pemukiman, industri, lalu lintas).
Aksesibilitas	Lokasi harus mudah dijangkau, aman, dan tidak mengganggu aktivitas lingkungan sekitar.
Konsistensi	Titik pengambilan data harus tetap (fixed) agar hasil antar waktu bisa dibandingkan.
Keamanan & Keselamatan	Hindari lokasi berbahaya, dekat peralatan listrik, atau lalu lintas berat.
Ketersediaan daya	Untuk alat aktif, pastikan ada sumber listrik atau baterai yang cukup.

Faktor-Faktor yang Dipertimbangkan

a. Arah dan Kecepatan Angin

Udara bergerak membawa polutan mengikuti arah angin utama (*wind direction*).

Titik pengambilan sampel harus ditempatkan di downwind (arah angin dari sumber ke lokasi).

Untuk pembandingan, kadang juga ditempatkan satu titik di upwind (arah datang angin) sebagai kontrol.

Contoh: Di sekitar pabrik, titik sampling ditempatkan di sisi yang terkena hembusan angin dari cerobong (downwind) dan satu titik di arah berlawanan (upwind) sebagai referensi udara bersih.

Faktor-Faktor yang Dipertimbangkan

b. Topografi dan Kondisi Geografis Permukaan tanah mempengaruhi pergerakan udara dan penyebaran polutan.

Hindari area lembah sempit (udara terperangkap) atau dekat permukaan reflektif (dinding, air).

Titik sebaiknya di area terbuka dengan sirkulasi udara normal.



Faktor-Faktor yang Dipertimbangkan

c. Ketinggian Titik Sampling

Untuk udara ambien, tinggi titik sampling biasanya: 1,5 – 3 meter dari permukaan tanah (setara tinggi pernapasan manusia). Hindari terlalu dekat tanah (debu) atau terlalu tinggi (tidak mewakili paparan manusia). Untuk emisi cerobong, ketinggian mengikuti standar teknis (biasanya di ujung pipa atau saluran buang).



Faktor-Faktor yang Dipertimbangkan

d. Jarak dari Sumber Polutan

Titik sampling harus cukup dekat untuk mendeteksi polutan, tetapi tidak terlalu dekat hingga hanya mewakili sumber tunggal.

Pedoman umum:

100–300 meter dari sumber industri berat.

10–50 meter dari jalan raya utama untuk udara ambien lalu lintas. Disesuaikan dengan arah angin dominan.





Terimakasih