

PEMANTAUAN KUALITAS UDARA AMBIEN

TUJUAN

Tujuan dari pemantauan kualitas udara antara lain:

- mengetahui kondisi kualitas udara dan kemungkinan kecenderungannya
- melakukan validasi terhadap model pencemaran yang telah dibuat
- mempelajari pengaruh pencemaran udara terhadap lingkungan
- mengetahui proses yang berlangsung dalam suatu sistem yang ditinjau
- mengetahui apakah pengelolaan yang dilakukan telah sesuai atau belum
- upaya pengendalian pencemaran udara dan pemeriksaan adanya kerusakan dalam sistem pengendalian pencemaran

LOKASI PEMANTAUAN

Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam penetapan lokasi pemantauan adalah:

- perlu mengetahui sumber-sumber emisi yang mempengaruhi
- adanya permukiman dan kondisi meteorologis
- tujuan dari pemantauannya

Untuk keperluan penetapan lokasi pemantauan dapat dipertimbangkan beberapa hal yaitu:

1. Untuk tujuan **validasi model matematik** dari sumber emisi diam maupun bergerak yang dibuat, maka :
 - Titik pantau ambiennya dapat dipilih beberapa lokasi sembarang, asalkan posisi tersebut (jarak, ketinggian dan bahkan koordinat) terukur dari sumber emisinya, baik untuk sumber emisi diam maupun sumber emisi bergerak.
 - Arah titik pantau dari sumber emisi dapat divariasikan dan dapat disesuaikan dengan arah angin, apakah pada arah datangnya angin (hulu) atau arah aliran angin (hilir)
 - Semakin banyak titik pantauannya, semakin baik untuk menguji model yang dibuat
2. Untuk tujuan **pemantauan lingkungan** atas upaya pengelolaan lingkungan dari hasil Studi Andal dari suatu kegiatan yang mengemisikan pencemar dari sumber diam bercerobong, maka :
 - Keputusan Kepala Bapedal Nomor KEP-205/BAPEDAL/07/1996 tentang Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran Udara dapat dijadikan sebagai acuan.

Mengacu pada keputusan diatas maka penetapan lokasi pemantauannya mempertimbangkan arah angin, tata guna lahan, tinggi cerobong dan luas sebaran bahan pencemar.

Titik lokasi pemantauan ditetapkan pada titik nilai ekstrim (atas dasar model dispersi atau pengamatan lapangan), kawasan pemukiman, kawasan kehidupan mahluk hidup lainnya atau pada tempat-tempat spesifik seperti rumah sakit dan suaka purbakala.

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.

3. Untuk tujuan **pemantauan kondisi kualitas udara** secara umum (*outdoor*), maka :
 - lokasi pemantauan dipilih di tempat-tempat kritis, misalnya permukiman, rumah sakit, benda cagar budaya, areal pertanian yang tanamannya mempunyai sensitifitas yang tinggi terhadap pencemar (kebun sayuran, palawija, tanaman budidaya seperti tembakau, teh, tanaman obat dan lainnya).
4. Untuk kepentingan **pemantauan adanya gangguan sistem**, *indoor pollution* (akibat kebocoran satuan operasi), maka:
 - lokasi pemantauannya dapat ditempatkan di sekitar alatnya, di ruang kontrol, halaman pabrik, permukiman terdekat (rumah karyawan maupun masyarakat).
 - jumlah titik pantau relatif, tergantung pada tingkat bahaya (jenis dan konsentrasi pencemar) serta sebarannya.

Tempat untuk kepentingan pemantauan udara ambien, hendaknya bebas dari gangguan misalnya menjadi tontonan orang, bekerja sambil merokok dan berada pada tempat yang cukup luas.

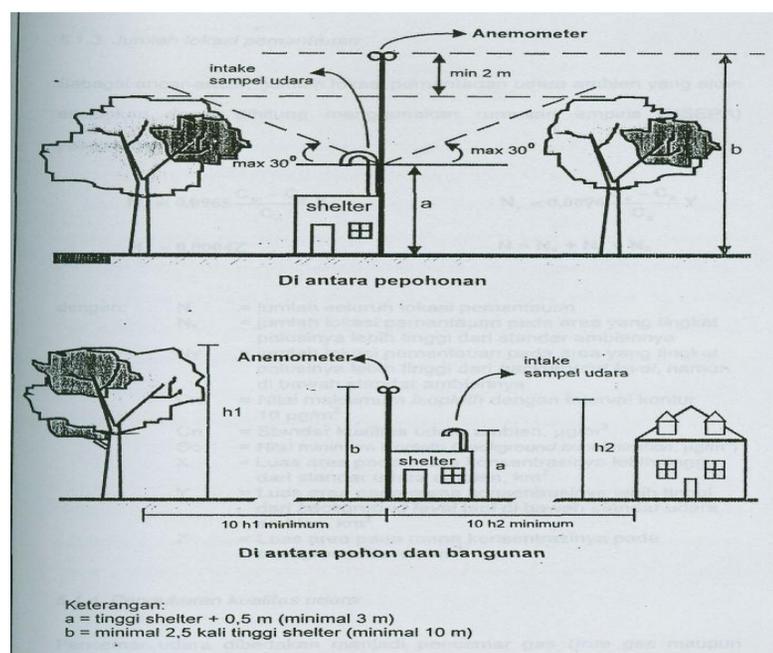
Alokasi luas tempat kerja pemantauan kontinyu, misalnya:

• Peralatan instrumen dan laboratorium	: 14 m ²
• Tempat kerja	: 3 m ²
• Udara tekan (<i>compressed gas</i>)	: 1 m ²
• Toilet	: 1,5 m ²
• Gudang simpan	: 1 m ²

Keperluan pendukung diperlukan data :

kondisi meteorologis berkaitan dengan arah angin, frekuensi, kecepatan angin, suhu udara, kelembaban, dan tekanan udara.

Data tersebut dapat diperoleh sebagai data sekunder dari **stasiun 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).



Gambar. Lokasi pemantauan kualitas udara ambien

JUMLAH LOKASI PEMANTAUAN

Sebagai ancar-ancar, jumlah lokasi pemantauan udara ambien yang akan ditetapkan dapat dihitung menggunakan rumusan empiris (USEPA) sebagai berikut:

$$N_x = 0,0965 \frac{C_m - C_n}{C_n} X \quad N_y = 0,0096 \frac{C_s - C_b}{C_s} Y$$

$$N_z = 0,0004Z$$

$$N = N_x + N_y + N_z$$

dengan:

- N = jumlah seluruh lokasi pemantauan
- N_x = jumlah lokasi pemantauan pada area yang tingkat polusinya lebih tinggi dari standar ambiennya
- N_y = jumlah lokasi pemantauan pada area yang tingkat polusinya lebih tinggi dari *background level*, namun di bawah standar ambiennya
- C_m = nilai maksimum *isopleth* dengan interval kontur, 10 µg/m³
- C_n = standar kualitas udara ambien, µg/m³
- C_s = nilai minimum *isopleth* (*background concentration*, µg/m³)
- X = luas area yang konsentrasinya lebih tinggi dari standar udara ambien, km²
- Y = luas area yang konsentrasinya lebih tinggi dari *background level* tapi di bawah standar udara ambien, km²
- Z = luas area yang konsentrasinya pada *background level*, km²

PEMANTAUAN KUALITAS UDARA EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK

Evaluasi dari suatu industri atau kelompok industri atau bahkan seluruh kota terhadap polusi memerlukan satu studi mendalam tentang sumber-sumber spesifik polusi.

Sampling terhadap cerobong biasanya dilakukan bila terdapat kesalahan atau kecurigaan terhadap polusi atau jika diinginkan untuk mengukur efisiensi dari suatu alat pengumpul.

Pertimbangan-pertimbangan untuk melakukan pengambilan sampel di dalam cerobong tidak selalu sama, antara lain:

1. Untuk memperoleh data terhadap emisi untuk inventaris emisi atau untuk mengidentifikasi suatu sumber yang dominan dalam suatu area. Misal, penentuan hidrokarbon yang keluar dari suatu pelarut organik yang digunakan dalam tangki pengurangan minyak pelumas
2. Untuk menentukan pemenuhan terhadap peraturan, misal insenerator maksimum partikulat yang diemisikan 230 mg/m^3 yang sebanding dengan 12% CO_2 , suatu sumber yang diuji harus memenuhi standar yang telah ditetapkan
3. Untuk mengumpulkan informasi yang dapat digunakan untuk memilih alat yang lebih baik
4. Untuk menentukan efisiensi dari suatu pengendali yang dipasang untuk mengurangi polusi. Misal, jika pemasok peralatan memberikan garansi bahwa 95% partikulat dengan ukuran $5\mu\text{m}$ akan tersusutkan, aliran effluent harua dilakukan pengujian terhadap asupan (inlet) dan luaran (outlet) peralatan untuk menentukan garansi yang ditawarkan
5. Untuk mengevaluasi perubahan emisi sebagai suatu hasil modifikasi proses atau peralatan
6. Untuk menetapkan data sebagai bukti hukum, suatu perusahaan swasta atau suatu badan pemerintah mungkin dapat memulai suatu program khusus untuk menetapkan data atau fakta yang ditetapkan

Pengujian dan pemantauan untuk sumber-sumber stasioner terdiri atas enam langkah :

Operasi	Tujuan
Pemilihan lokasi	Sampling secara konsisten mewakili terhadap maksud interpretasi pengukuran
Transportasi sampel	Pemindahan sampel dengan minimum dan atau efek yang telah diketahui terhadap integritas sampel
Perlakuan sampel	Perlakuan fisik dan atau kimia agar sampel konsisten untuk dianalisis dengan pengendalian dan atau efek yang telah diketahui terhadap integritas sampel
Analisis sampel	Perolehan data secara kuantitatif dan kualitatif untuk data polutan atau parameter yang diamati
Reduksi data	Kalibrasi dan proses data analog dan perolehan data akhir
Interpretasi data	Validitas data pengukuran terhadap batasan operasi dan analisis

Ada 5 macam sistem *sampling* untuk memperoleh data tentang emisi yang dikeluarkan oleh suatu cerobong:

1. Pemantauan ekstraktif (*extractive monitoring*)
 - Pemantauan secara ekstraktif dapat mempergunakan pemantau yang digunakan untuk jenis ambien yang dihubungkan dengan sumber cerobong.
 - Ekstraktif *sampling* dilakukan jika diperlukan data tentang konsentrasi gradien.
2. Pemantauan in situ (*In situ monitoring*)
 - Biasanya di dalam saluran aliran gas yang menuju cerobong atau di mana saja dalam cerobong yang terletak antara dasar dan puncak.
 - Menyangkut teknik elektro optikal analisis dan menggunakan celah optik yang dapat mengetahui total lebar *stack*.
3. Pemantauan jauh (*remote monitoring*)
 - Digunakan pada emisi yang ke luar dari cerobong dan pada umumnya pada suatu titik di dalam atmosfer yang berdekatan dengan ujung cerobong.
 - Tergantung pada industri dan kondisi emisi sehingga mungkin bahwa konsentrasi polutan tidak sama pada suatu lokasi *sampling* di dalam cerobong dan lokasi *remote* berada di ujung cerobong.
4. Pemantauan sumber lanjut (*extended sources monitoring*)
 - Sumber-sumber emisi seringkali menyangkut lebih dari satu cerobong dan dalam banyak hal tidak terbatas dan tidak terkendali titik-titik emisi. → pemantauan *in situ*.
5. Skema elektro optikal (*electrooptical scheme*)
 - Sistem elektro optikal pada dasarnya terdiri dari pemancar (*transmitter*) dan suatu penerima (*receiver*).
 - Pemancar menghasilkan suatu sumber radiasi elektro magnetik yang langsung melalui suatu sampel optik menuju penerima.
 - Penerima akan mendeteksi dan menganalisis radiasi elektro magnetik yang terjadi di dalam elemen.

PEMANTAUAN KUALITAS UDARA EMISI SUMBER BERGERAK

Kegiatan transportasi kendaraan bermotor yang merupakan sumber emisi bergerak mempunyai kontribusi terbesar terhadap penurunan kualitas udara ataupun pencemaran udara dibandingkan dengan sektor lainnya (industri, permukiman, komersial, dan limbah padat).

Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor (Kep.Men No.35/MENLH/10/1993)

1. Kandungan CO dan HC serta ketebalan asap pada pancaran gas buang :
 - a. Sepeda motor 2 (dua) langkah dengan bahan bakar bensin dengan bilangan oktana ≥ 87 ditentukan maksimum 4,5 % untuk CO dan 3.000 ppm untuk HC
 - b. Sepeda motor 4 (empat) langkah dengan bahan bakar bensin dengan bilangan oktana ≥ 87 ditentukan maksimum 4,5 % untuk CO dan 2.400 ppm untuk HC
 - c. Kendaraan bermotor selain sepeda motor dengan bahan bakar bensin dengan bilangan oktana ≥ 87 ditentukan maksimum 4,5 % untuk CO dan 1.200 ppm untuk HC
 - d. Kendaraan bermotor selain sepeda motor dengan bahan bakar solar/diesel dengan bilangan oktana ≥ 45 ditentukan maksimum ekuivalen 50 % Bosch pada diameter 102 mm atau 25 % untuk ketebalan asap.
2. Kandungan CO dan HC sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a, b, dan c diukur pada kondisi percepatan bebas (*idling*)
3. Ketebalan asap gas buang sebagaimana yang dimaksud pada ayat (1) huruf d diukur pada kondisi percepatan bebas.

Lokasi Pemantauan Kualitas Udara

- Lokasi pemantauan kualitas udara meliputi lokasi udara emisi dan ambien.
- Lokasi udara emisi dari sumber bergerak ditentukan di lokasi gas buang yaitu umumnya di knalpot kendaraan bermotor.
- Kualitas udara ambien dilakukan di udara bebas di jalan-jalan yang dilalui kendaraan bermotor yang dapat mewakili kualitas udara ambien di wilayah tersebut.

Periode Pemantauan

- Periode pemantauan di Indonesia untuk kualitas udara emisi saat ini hanya dilakukan pada kendaraan niaga.
- Periode pemantauan yang umum dilakukan 6 bulan sekali melalui kir dan uji asap yang dilakukan DLLAJR.
- Uji asap dilakukan pada gas buang yang dikeluarkan knalpot. Parameter kualitas udara yang diuji meliputi: gas CO dan Hidrokarbon (HC).
- Periode pemantauan untuk kualitas udara ambien saat ini di Indonesia belum ada aturannya, namun sebaiknya juga dilakukan 6 bulan sekali untuk melihat pengaruh kualitas udara emisi dari sumber bergerak terhadap kualitas udara ambien yang telah terkontaminasi oleh emisi tersebut.

Peralatan yang Dipakai dalam Pemantauan

- Peralatan kualitas udara emisi yang digunakan untuk pemantauan yang praktis menggunakan peralatan digital, baik untuk gas CO maupun untuk hidrokarbon,

Jenis Pemantauan

- Jenis pemantauan kualitas udara meliputi: pemantauan kualitas udara emisi (uji asap) dan udara ambien, serta secara organoleptik.
- Pemantauan kualitas udara secara organoleptik dilakukan dengan mengamati gas hasil pembakaran. Apabila gas hasil pembakaran berwarna hitam atau coklat tebal, maka dapat disimpulkan bahwa pembakaran pembakaran bahan bakar berlangsung tidak sempurna, sehingga akan mengeluarkan unsur pencemar udara yang besar.
- Apabila gas hasil pembakaran yang dikeluarkan melalui knalpot relatif jernih dan tidak berwarna, maka pembakaran bahan bakar berlangsung secara sempurna, sehingga akan mengeluarkan unsur pencemar udara yang relatif kecil.

Pengolahan Data Kualitas Udara

Data kualitas udara secara periodik (6 bulanan) dikumpulkan, kemudian diolah dan dianalisis **secara** deskriptif dan statistik, sehingga dapat dievaluasi dan disimpulkan mengenai gambaran kualitas udara akibat emisi udara dari sumber bergerak

Faktor-faktor utama yang menyebabkan besar kecilnya emisi udara dari sumber bergerak :

- jumlah kendaraan bermotor yang beroperasi
- pola berkendara
- perencanaan transportasi
- sistem lalu-lintas
- sarana jalan
- kondisi mesin kendaraan bermotor
- jenis bahan bakar yang digunakan.

Faktor lainnya yang ikut mempengaruhi kondisi kualitas udara antara lain :

- daya dukung lingkungan (kondisi tanaman yang ada di sekitar transportasi kendaraan bermotor, kondisi hujan, dan kondisi angin).

Pengelolaan terhadap dampak udara emisi dari sumber bergerak yang dapat dilakukan adalah :

- mengurangi jumlah kendaraan
- rekayasa motor bakar dan bahan bakar
- rekayasa pola berkendara
- rekayasa transportasi
- rekayasa sistem lalu-lintas dan sarana jalan
- penghijauan di sekitar jalan-jalan

Jumlah Kendaraan Bermotor

- Jumlah kendaraan bermotor yang beroperasi banyak, maka semakin besar pula jumlah unsur pencemar udara yang dibuang.
- Pengelolaan yang dapat dilakukan antara lain :
 1. memperkecil jumlah kendaraan pribadi,
 2. menambah jumlah penumpang kendaraan pribadi (*three in one*)
 3. menambah jumlah angkutan umum yang nyaman dan terjangkau.

Jenis Bahan Bakar

- Bahan bakar yang dibakar melalui kendaraan bermotor sangat berpengaruh terhadap kualitas udara emisi yang dihasilkan.
- Pembakaran bahan bakar premium atau bensin akan mengeluarkan/menghasilkan gas-gas seperti SO₂, NO₂, CO, HC, partikel debu dan partikel Pb.
- Partikel Pb timbul sebagai akibat adanya tetra ethyl lead (TEL) yang dibubuhkan dalam premium, berfungsi untuk menaikkan unjuk kerja (*performance*) dari mesin, namun disisi lain dapat menimbulkan adanya partikel Pb yang dapat merugikan kesehatan.
- Sedangkan bahan bakar solar yang dipakai dalam motor diesel, akan mengeluarkan beberapa senyawa organik tambahan berupa aldehyd, dan poli alifatik hidrokarbon (PAH) yang justru mempunyai dampak yang lebih besar (*karsinogenik*) dibandingkan dengan bahan bakar premium.
- Pada saat ini penggunaan TEL sudah dikurangi dan diganti dengan MTBE (methyl tetra benzoat) yang dapat mengurangi pengaruh Pb.
- Rekayasa bahan bakar antara lain berupa penggunaan bahan bakar yang lebih bersih dan efisien seperti : LPG, Methanol telah terbukti dapat diterapkan di beberapa negara.
- Methanol merupakan jenis bahan bakar yang bersifat dapat diperbaharui (*renewable*) telah 15 tahun dikembangkan di negara Brasil.
- Dengan rekayasa bahan bakar tersebut, maka pengelolaan terhadap emisi dari bahan bakar sumber bergerak dapat dilakukan.

Kondisi Mesin Motor

- Perkembangan teknologi mesin motor sekarang telah memungkinkan dicapainya proses pembakaran yang semakin baik, sehingga faktor emisi pencemar dapat dikurangi sekecil mungkin.
- Modifikasi motor bakar yang telah dimulai pada tahun 1970 an sebagai akibat dikeluarkannya National Air Quality Standard and Clean Act di Amerika Serikat telah dapat menanggulangi pencemaran udara.
- Kasus smog yang telah terjadi merupakan pencetus dikeluarkannya Undang-Undang dengan persyaratan teknologi mesinnya untuk mengurangi pencemaran udara.

- Contoh rekayasa motor bakar tersebut adalah dengan terciptanya PVC valve dan konverter yang dapat mengurangi pencemaran udara.

Kondisi Atmosfer

- Di dalam atmosfer akan terjadi proses-proses difusi antara unsur pencemar primer (asli) yang akan menghasilkan pencemar sekunder yang mempunyai karakteristik yang berbeda dengan pencemar primernya. Contoh peristiwa foto kimia adalah terbentuknya oksidan (O_3).
- Dengan adanya udara atmosfer, misalnya unsur pencemar primer dan sekunder akan mengalami pengenceran dan tersebar secara konvektif dan transversal.
- Pengaruh meteorologi sangat mempengaruhi sifat penyebaran dan transformasi pencemar udara tersebut.
- Kondisi meteorologi juga dapat menyebabkan stagnasi dan akumulasi pencemar, sehingga konsentrasi unsur pencemar udara menjadi tinggi di suatu tempat. Contohnya Kota Bandung, kondisinya sangat memungkinkan terjadinya akumulasi pencemar udara. Dengan demikian unsur pencemar yang tidak terlalu tinggi akan dapat menyebabkan pencemaran udara.
- Sebaliknya pada suatu daerah yang mempunyai kemampuan dispersi yang tinggi, walaupun terkontaminasi dengan unsur pencemar udara yang tinggi, mungkin tidak akan menyebabkan pencemaran udara. Kondisi yang berbeda ini menyebabkan kajian terhadap pencemaran udara dilakukan secara menyeluruh dan dengan seksama, sesuai kondisi atmosfer masing-masing daerah, sehingga pengelolaannya menjadi lebih tepat dan akurat.

Pola Berkendara

- Pola berkendara (*driving cycle*) merupakan salah satu faktor yang secara langsung akan mempengaruhi jumlah dan intensitas pencemar udara yang dilepaskan oleh kendaraan bermotor ke atmosfer.
- Pola berkendara ditandai oleh besarnya jalan dan berhenti kendaraan. Semakin besar motor melakukan jalan - berhenti, maka semakin besar pula emisi udara yang dilepaskan.
- Setiap negara mempunyai pola berkendara yang berlainan tergantung kondisi sosial ekonominya. *Driving cycle* standard ini telah dipunyai oleh negara-negara besar seperti Amerika Serikat, dan Jepang, sedangkan di negara kita belum memiliki.
- Pengelolaan yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan pengetahuan tentang pengaruh pola berkendara terhadap pencemaran udara atau menganjurkan pada pengendara agar menjalankan motornya dengan kecepatan yang relatif konstan.

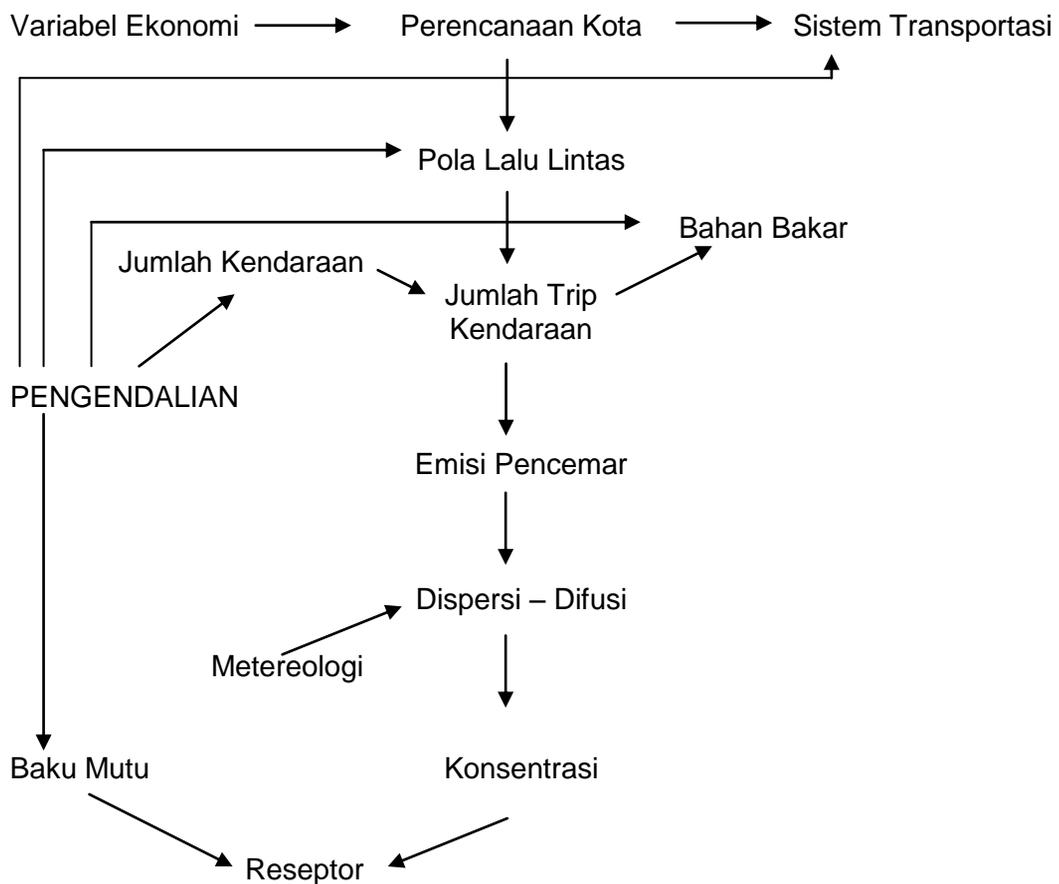
Kondisi Jalan, Perencanaan Transportasi, dan Sistem Lalu-Lintas

- Kondisi jalan yang jelek akan menyebabkan kecepatan kendaraan yang tidak stabil dan jalan yang pelan, sehingga akan mengakibatkan buangan gas bakar yang semakin besar dan berpotensi terhadap pencemaran udara.
- Perencanaan transportasi antara lain : penentuan jumlah dan kapasitas jalan juga akan berpengaruh terhadap pencemaran udara yang ada. Selain itu,

sislem lalu-lintas juga sangat berpengaruh terhadap macet tidaknya jalan. Kemacetan jalan akan mengakibatkan semakin meningkatnya unsur pencemar yang dibuang ke atmosfer.

- Pengelolaan yang dapat dilakukan adalah dengan memperbaiki kondisi jalan-jalan yang jelek, perencanaan transportasi yang baik (jumlah jalan, kapasitas jalan,), dan pengaturan sistem lalu-lintas yang baik (peraturan lalu-lintas, pemantauan lalu-lintas, dsb).

Secara umum pengendalian pencemaran akibat kendaraan bermotor pada dasarnya mencakup pertimbangan yang meliputi aspek teknis, sosial ekonomi dan kelembagaan. Selain itu masalah pencemaran udara yang diakibatkan oleh kendaraan bermotor melibatkan berbagai sektor sehingga dalam penerapan dan pengendaliannya harus dilakukan secara komprehensif dan terpadu.



Gambar. Konsep Pengendalian Pencemaran Udara Akibat Kendaraan Bermotor