BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kualitas Udara

Udara merupakan salah satu hal penting yang dibutuhkan dalam kehidupan manusia. Di udara terdapat gas O_2 (oksigen) yang digunakan untuk pernapasan dan juga gas lain, baik yang membahayakan atau tidak bagi manusia. Komposisi atau susunan udara bersih dan kering ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi udara bersih dan kering (Wardhana W.A., 1995)

Unsur	Kandungan (ppm)
Nitrogen	780,900
Oksigen	209,400
Argon	9,300
Karbon dioksida	318
Neon	18
Helium	5,2
Kripton	1
Xenon	0.008
Nitrogenoksida	0,25
Hidrogen	0,5
Metana	1,5
Nitrogendioksida	0,001
Ozone	0,02
Belerangdioksida	0,0002
Karbon monoksida	0,1
Amonia	0,01

Kadar atau konsentrasi gas dihitung dengan satuan *ppm (part per milion)*, yang berarti bagian per sejuta bagian.

Contoh: 0,1 ppm karbon monoksida berarti dari sejuta molekul yang berbeda-

beda di atmosfer terdapat 0,1 molekul karbon monoksida. Atau dengan kata lain dalam sejuta molekul di atmosfer terdiri atas 0,1 molekul karbon monoksida dan 999.999,9 molekul lain.

Kualitas udara bergantung pada kecepatan angin yang terjadi atau ke arah mana angin berhembus, profil suhu, jumlah sinar matahari yang dapat menghasilkan reaksi fotokimia serta persipitasi yang mampu membersihkan udara dan dinamika atmosfer.

Polutan dapat dengan mudah terdispersi secara vertikal di atmosfer, sangat tergantung pada kecepatan perubahan suhu udara dan ketinggian. Untuk beberapa profil suhu, udara stabil yaitu udara pada ketinggian tertentu memiliki gaya fisik *(phisycal forces)* yang mampu mempertahankan pada ketinggian itu. Udara stabil menyukarkan *dispersi* dan melarutkan polutan. Pada udara tidak stabil, cepat terjadi pencemaran, *dispersi* dan pelarutan akan terjadi penurunan kualitas udara.

Stabilitas atmosfer vertikal merupakan faktor penting untuk menetapkan kemampuan atmosfer mengencerkan emisi yang merupakan hal krusial bagi kualitas udara.

B. Pencemaran Udara

Dalam UU No. 4 th. 1982 serta Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No. 214/KPTS/1991, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukannya makhluk hidup, zat, energi dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alami, sehingga kualitas lingkungan

turun sampai ke tingkat tertentu, yang mengakibatkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya.

Pencemaran udara juga bisa diartikan sebagai perubahan komposisi udara yang disebabkan oleh kegiatan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung, ataupun oleh alam, yang dalam konsentrasi dan waktu tertentu dapat menimbulkan akibat buruk pada manusia, binatang, tumbuhan, dan benda lain di sekitarnya.

Pencemaran polutan udara dianggap memiliki dampak negatif apabila melebihi ambang batas yang ditetapkan. Standar kualitas pencemaran udara biasa disebut Baku Mutu Lingkungan. Di wilayah DIY telah ditetapakan Baku Mutu yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Salah satu sumber utama polusi udara adalah emisi gas buang, yaitu zat-zat hasil pembakaran mesin bensin maupun diesel, 2-Tak maupun 4-Tak, yang beracun sehingga membahayakan kesehatan dan merusak ekosistem. Zat-zat beracun tersebut terdiri atas:

- Karbon Monoksida (CO)
- Nitrogen Oxyde (NO_x)
- Sulfur Oxyde (SO_x)
- Plumbum (Pb)
- Partikulat

Zat-zat beracun itu akibat dari proses pembakaran tidak sempurna (CO) dan bahan bakar yang tercemar (Pb dan S)

Tabel 2.2 Baku Mutu Lingkungan untuk wilayah DIY,

Baku Mutu Udara Ambien (Kep. Gub. DIY No: 214/LPTS/1991)

No	Polutan	Waktu pengukuran	Baku Mutu	
1	Sulfur Dioksida (SO_2)	1 jam	900 μg/m^3	0,3 ppm
		24 jam	260 μg/m^3	0,1 ppm
2	Karbon Monoksida (CO)	1 jam	30.000 μg/m^3	26 ppm
		8 jam	10.000 μg/m^3	9 ppm
3	Nitrogen Oksida (NO)	1 jam	400 μg/m^3	0,2 ppm
		24 jam	100 μg/m^3	0,05 ppm
4	Oksida Fotokimia	1 jam	160 μg/m^3	0,08 ppm
		24 jam	60 μg/m^3	0,03 ppm
5	Partikel tersuspensi	24 jam	230 μg/m^3	
6	Timah Hitan (Pb)	24 jam	60 μg/m^3	0,03 ppm
7	Hidrogen Sulfida (H_2S)	30 menit	42 μg/m^3	0,03 ppm
8	Amoniak (NH_3)	24 jam	1360 μg/m^3	2 ppm
9	Hidrogen (HC)	3 jam	160 μg/m^3	0,24 ppm

3. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah suatu gas yang tak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa (*tasteless*). Pada suhu di bawah -19 ^{0}C CO dapat berbentuk cairan.

Sumber pencemaran gas CO terutama berasal dari pembakaran bahan bakar fosil (minyak atau batubara), pada mesin-mesin penggerak transportasi maupun industri. Meskipun jumlahnya relatif sedikit, gas CO dapat terbentuk secara alamiah akibat dari kegiatan gunung berapi maupun proses biologi.

Pembentukan karbon monoksida di ruang bakar disebabkan oleh proses

pembakaran yang tidak sempurna. Oleh karena itu besar atau kecilnya jumlah karbon monoksida (CO) yang dihasilkan oleh setiap kendaraan tersebut sangat tergantung pada tingkat kesempurnaan proses pembakaran. Berikut ini adalah reaksi dari pembakaran bensin (C_8H_{18}) yang tidak sempurna :

$$2C_8H_{18} + 17O_2 \rightarrow 16CO + 18H_2O$$

Proses pembakaran dapat menjadi sempurna jika kebutuhan oksigen untuk membakar bensin tersebut dijaga pada rasio yang memadai, sehingga memenuhi reaksi kimia berikut :

$$2C_8H_{18} + 25O_2 \rightarrow 16CO_2 + 18H_2O$$

Artinya :

Untuk membakar secara sempurna 2 molekul C_8H_{18}, diperlukan 25 molekul O_2. Dengan perkataan lain, untuk membakar sempurna 228 gr C_8H_{18} diperlukan O_2 seberat 800 gr atau 1 gr C_8H_{18} memerlukan 3,5 gr oksigen.

Penyebaran gas CO di udara tergantung pada keadaan lingkungan. Di daerah perkotaan kandungan gas CO lebih banyak dibandingkan di daerah pedesaan. Di daerah pedesaan masih banyak tanah yang masih terbuka dimana belum ada bangunan di atasnya, sehingga dapat membantu menyerap gas CO yang bebas di udara.

Gas CO sangat berbahaya bagi kehidupan manusia khususnya untuk

tubuh manusia. Pada pernapasan gas CO yang ikut terhirup lewat hidung setelah sampai paru-paru terikat dengan Haemoglobin (Hb) menjadi Karboksi-Haemoglobin (COHb) dan akan menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh. Hal ini dapat terjadi karena gas CO bersifat racun metabolisme terhadap darah.

Hasil penelitian di negara industri (Amerika Serikat) transportasi merupakan penghasil polutan gas CO terbesar. Sumber pencemaran CO antara lain diperlihatkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Sumber Pencemaran Gas CO (Wardhana W.A., 1995)

SUMBER PENCEMARAN	% BAGIAN
Transportasi	**63,8**
Mobil Bensin	59,0
Mobil Diesel	0,2
Pesawat Terbang	2,4
Kereta Api	0,1
Sepeda Motor, dll	1,8
Pembakaran Stasioner	**1,9**
Batubara	0,8
Minyak	0,1
Gas Alam (dapat diabaikan)	0,0
Kayu	1,0
Proses Industri	**9,6**
Pembuangan Limbah Padat	**7,8**
Lain-lain Sumber	**16,9**
Kebakaran Hutan	7,2
Pembakaran Batubara Sisa	1,2
Pembakaran Limbah Pertanian	8,3
Pembakaran Lainnya	0,2
	100

Ciri-ciri gas CO dapat dilihat pada Tabel 2.4. Sifat-sifat tersebut menjadikan gas CO dijuluki sebagai *"the silent killer"* alias pembunuh diam-diam

Keberadaan gas ini akan sangat berbahaya jika terhirup oleh manusia karena gas itu akan menggantikan posisi oksigen yang berikatan dengan haemoglobin (Hb) dalam darah. Gas CO akan mengalir ke dalam jantung, otak, serta organ vital lainnya yang seharusnya dialiri oksigen (O_2). Afinitas ikatan antara CO dan haemoglobin membentuk karboksihaemoglobin (COHb) yang jauh lebih kuat 200-250 kali dibandingkan dengan ikatan antara oksigen dan haemoglobin.

Akibatnya tentu sangat fatal. Pertama, oksigen akan kalah bersaing dengan CO saat berikatan dengan molekul haemoglobin. Ini berarti kadar oksigen dalam darah akan berkurang. Padahal seperti diketahui, oksigen sangat diperlukan oleh sel-sel dan jaringan tubuh untuk melakukan fungsi metabolismenya. Kedua, gas CO akan menghambat kompleks oksidasi sitokrom. Hal ini menyebabkan respirasi intraseluler menjadi kurang efektif. Terakhir, gas CO dapat berikatan secara langsung dengan sel otot jantung dan tulang. Efek paling serius adalah terjadi keracunan secara langsung terhadap sel-sel tersebut, juga menyebabkan gangguan pada sistem saraf.

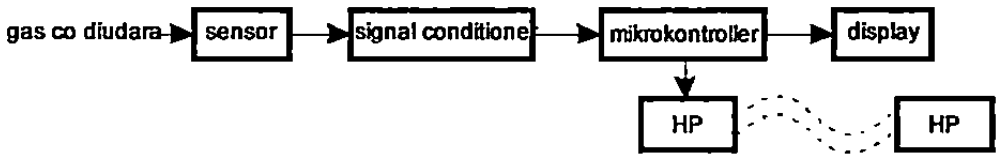
D. Sistem Instrumentasi Elektronik untuk Deteksi Gas

Instrumen adalah alat untuk menentukan nilai dari suatu kuantitas atau variabel. Diagram blok dari suatu sistem instrumentasi untuk deteksi gas diperlihatkan di Gambar 2.1.

Tabel 2.4 Ciri-ciri Gas Karbon Monoksida
(*http://id.wikipedia.org/wiki/Karbon_monoksida*)

Umum	
Nama	Karbon monoksida
Rumus kimia	CO

Penampilan	Gas tak berwarna
Fisik	
Berat atom	28,0 amu
Titik cair	68 K (-205 °C)
Titik didih	81 K (-192 °C)
Kepadatan	$8{,}0 \times 10^3$ [[kg/m^3]] (cair) 1,145 [[kg/m^3]] (gas pada 298K) - lebih ringan dari udara
Daya larut	0,0026 g dalam 100g air
Keamanan	
Dimakan	Dapat menyebabkan rasa mual dan muntah-muntah.
Dihirup	Sangat berbahaya, mematikan. Tingkat sekitar 100-800 ppm menyebabkan sakit kepala yang keparahannya bervariasi. Tingkat yang lebih tinggi dapat menyebabkan pusing kepala, rasa mual, ketidaksadaran, kerusakan otak dan kematian.
Kulit	Penghirupan dapat menyebabkan sakit kulit. Hindari kontak dengan cairan kriogenik.
Mata	Penghirupan dapat menyebabkan masalah jangka panjang dengan penglihatan.
Info lebih lanjut	Hazardous Chemical Database



Gambar 2.1 Diagram blok sistem instrumentasi untuk deteksi udara

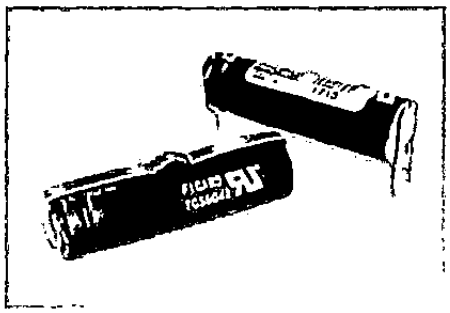
Berikut ini diberikan penjelasan singkat mengenai bagian-bagian dalam diagram blok di atas.

Sensor

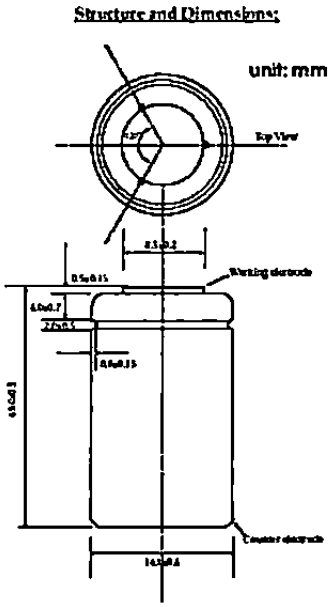
Sensor digunakan untuk mengubah besaran fisik atau kimia menjadi besaran listrik. Salah satu contoh sensor untuk deteksi gas di udara adalah Figaro

TGS5042.

Figaro TGS5042 adalah sensor elektrokimia yang dapat mendeteksi gas CO. Sensor ini mempunyai nilai resistansi yang akan berubah bila terkena gas. Tampilan dan struktur sensor ini diperlihatkan di Gambar 2.2 dan Gambar 2.3.



Gambar 2.2 Tampilan sensor Figaro TGS 5042



Gambar 2.3 Struktur sensor Figaro TGS5042

Spesifikasi teknis sensor ini ialah, antara lain :

- dapat dioperasikan dengan baterai,
- memiliki selektifitas yang tinggi terhadap gas CO,
- outputnya berbanding lurus terhadap konsentrasi gas CO

Handphone

Handphone dalam hal ini berfungsi serupa dengan display, yaitu untuk menampilkan nilai besaran yang telah diolah oleh mikrokontroler. Bedanya, dengan handphone pemantauan terhadap nilai besaran itu dapat dilakukan dari jarak jauh, dengan memanfaatkan fasilitas SMS. Sebagaimana tergambar dalam diagram blok tersebut, untuk keperluan ini dibutuhkan sepasang handphone. Yang pertama menjadi bagian dari sistem instrumentasi itu, dan yang kedua berada di tangan seseorang yang melakukan pemantauan