

**PENGUKURAN POLUSI DAN LIMBAH  
DI PT. DIRGANTARA INDONESIA (PT. DI)**

**MAKALAH**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan  
Program Studi Diploma 1**

**Oleh:**

**Nama : Fudin Zainal A.**

**NIM : 20990109**

**Jurusan : Teknik Elektronika**



**UPM POLITEKNIK PAJAJARAN**

**2000**

**LEMBAR PENGESAHAN I**  
**PT. DIRGANTARA INDONESIA (PT. DI)**

**Menyetujui**

**Pembimbing**  
**Unit Organisasi**

**Atasan Pembimbing**  
**Unit Organisasi**

**Ir. Syamsul Basri**  
**NIK. 822754**

**Ir. Subandi**  
**NIK. 851151**

**Mengetahui**

**Humas PT. DI**

**Kepala ATEC PT. DI**

**Drs. Rakhendi Triyatna**  
**NIK. 821297**

**Ir. Lundi Farida, Msc**  
**NIK. 831500**

**LEMBAR PENGESAHAN II**  
**UPM POLITEKNIK PAJAJARAN**

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Toto Tohir**

**Mengetahui**

**Ketua UPM Politeknik Pajajaran**

**Ny. Bonur Parlindungan, SH**

## **Abstrak**

Tingginya konsentrasi polusi dan limbah yang terdiri dari partikel-partikel zat beracun dapat berbahaya apabila terhirup oleh manusia. Setiap hari polusi maupun limbah yang dihasilkan oleh cerobong-cerobong asap pabrik serta limbah-limbah baik itu limbah pabrik maupun limbah rumah tangga dapat membuat pencemaran semakin buruk saja.

Hal ini dapat dicegah apabila konsentrasi polusi maupun limbah itu dikurangi. Metode-metode yang digunakan dalam melakukan pengukuran terhadap polusi dan limbah bermacam-macam. Masing-masing metode mempunyai keunggulan yang berbeda.

Dengan melakukan pengukuran dapat diketahui tingkat konsentrasi dalam polusi maupun limbah tersebut sehingga dapat diketahui batas-batas mana saja yang dapat membahayakan lingkungan hidup.

Analytical Technology Inc. (ATI) telah mengembangkan suatu sensor yang dapat mendeteksi adanya gas-gas berbahaya juga dapat dilakukan pengukuran terhadap level-level konsentrasi gas tersebut. Masing-masing sensor mempunyai kegunaan yang berbeda sesuai dengan fungsinya. Untuk mengukur polusi dapat digunakan sensor gas dan untuk limbah dapat digunakan sensor air.

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T atas segala rahmat yang telah diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas yang telah diberikan kepada penulis yaitu pelaksanaan praktek kerja lapangan sampai dengan penyusunan makalah dengan tema “Pengukuran Polusi dan Limbah”.

Dalam makalah ini penulis menyajikan pembahasan yang mencakup keterangan-keterangan tentang zat-zat berbahaya yang terkandung di dalam polusi dan zat-zat yang terkandung di dalam limbah dengan maksud agar pembaca dapat memahami tentang zat-zat apa saja yang dapat diukur oleh sensor-sensor yang penulis kemukakan dalam makalah ini yaitu sensor-sensor untuk pengukuran gas serta sensor-sensor untuk pengukuran kualitas air yang di produksi oleh ATI (Analytical Technology Inc.)

Penulis menyadari bahwa susunan serta isi dari makalah ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis dengan segala kerendahan hati mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun dari semua pihak khususnya pembaca.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada ayahanda dan ibunda yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil, saudara-saudara serta rekan-rekan semua yang telah membantu penulis dalam penyusunan makalah ini, serta ucapan terima kasih kepada:

- Bapak Ir. Toto Tohir, selaku dosen pembimbing.
- Bapak Hendriady de Kezier, selaku sekretaris UPM Politeknik Pajajaran.

- Seluruh dosen pengajar, staff dan karyawan UPM Politeknik Pajajaran.
- Bapak Ir. Syamsul Basri, selaku pembimbing penulis di PT.IPTN.
- Bapak Ir. Subandi, selaku supervisor Flying Test Control di PT.IPTN.
- Seluruh staff dan karyawan PT. Industri Pesawat Terbang Nusantara (PT.IPTN).

Besar harapan penulis, semoga Allah S.W.T. menerima amal baik Bapak Ibu serta saudara-saudara sekalian atas kerjasamanya selama ini.

Akhir kata semoga makalah ini dapat bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca.

Bandung, September 2000

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	iii
BAB I PENDAHULUAN.....	5
1.1 Latar belakang.....	5
1.2 Alasan penulisan .....	8
1.3 Pembatasan masalah .....	8
1.4 Tujuan .....	9
1.5 Penjelasan istilah/judul .....	10
1.6 Metoda dan teknik pengumpulan data .....	10
1.7 Sistematika pembahasan .....	11
BAB II TINJAUAN TEORITIS .....	13
2.1 Polusi.....	13
2.2 Limbah .....	14
2.3 Macam-macam gas toxic yang berbahaya .....	15
2.4 Pedoman pemilihan sensor gas .....	16
2.5 Hal-hal yang perlu diperhatikan.....	17
2.6 Gas toxic dan monitoring gas buang.....	18
2.7 Sensor Electrochemical.....	18
2.8 Sensor Catalytic .....	19
2.9 Sensor Infrared dan Sensor Slid State.....	19

2.10 Sensor Gas Solid State .....	20
2.11 Fungsi Sensor Electrochemical .....	20
2.12 Fungsi Sensor Catalytic Bead .....	20
2.13 DETEKTOR GAS PRODUKSI ATI .....	25
2.13.1 Tinjauan umum .....	25
2.13.2 Arsitektur gas detektor .....	26
2.13.3 Sensor/Transmitter .....	31
2.13.4 Modul Power Supply .....	35
2.13.5 Batery Back-Up.....	37
2.13.6 Horn/Strobe options .....	38
2.14 SENSOR-SENSOR AIR SERI C15 PRODUK DARI ATI.....	40
2.14.1 Tinjauan umum .....	40
2.14.2 Modul-modul monitor air seri C15 .....	41
BAB III KONDISI OBJEKTIF PKL DI PT. IPTN .....	49
3.1 Sejarah PT.IPTN .....	49
3.2 Perkembangan PT.IPTN .....	53
3.3 Kerjasama internasional PT.IPTN .....	55
3.4 Perubahan nama PT.IPTN menjadi PT. Dirgantara Indonesia (PT.DI).....	57
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN .....	58
4.1 Kesimpulan .....	58
4.2 Saran-saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA .....	62



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Polusi dan limbah yang terdapat di lingkungan sekitar manusia meningkat jumlahnya dari hari ke hari. Bahkan suatu elemen penting bagi kehidupan manusia yaitu air mulai tercemar oleh limbah-limbah pabrik maupun limbah rumah tangga.

Pada limbah yang dihasilkan oleh pabrik biasanya terkandung gas-gas beracun di dalamnya seperti gas toxic. Gas toxic merupakan gas beracun cukup mematikan apabila terhirup oleh manusia maupun makhluk hidup lainnya.

Banyaknya peraturan-peraturan serta ketentuan dari pemerintah untuk mengurangi kadar zat-zat beracun pada limbah hasil dari industri ternyata tidak cukup efektif. Hal ini terbukti dengan masih banyaknya industri-industri atau pabrik melanggar peraturan serta ketentuan tersebut sehingga akibatnya lingkungan di sekitar industri atau pabrik itu menjadi tercemar oleh limbah hasil dari pembuangannya. Bukan hanya lingkungan di sekitar pabrik tersebut yang tercemar, masyarakat di sekitar industri atau pabrik tersebut menjadi resah karena air sumur mereka menjadi tercemar akibat limbah yang lambat laun menyerap ke dalam tanah dan mencemari air sumur mereka. Apabila di sekitar tempat pembuangan air limbah pabrik tersebut terdapat sungai, maka biasanya ikan-ikan yang terdapat di dalam sungai pun akan mati apabila air limbah yang terbuang ke sana mengandung kadar zat beracun dalam tingkat yang tinggi didalamnya. Masalah ini tentu saja membuat

masyarakat disekitar industri atau pabrik itu menjadi marah dan resah sehingga mereka mengajukan tuntutan supaya industri atau pabrik tersebut ditutup saja karena bukannya menguntungkan akan tetapi malah merugikan.

Dalam hal ini pemerintah biasanya lamban dalam mengatasi masalah yang merupakan suatu bencana apabila di biarkan terus menerus karena bukan hanya ekosistem makhluk hidup saja yang terganggu tapi daerah yang tercemar itu pun menjadi daerah mati karena tanahnya sudah terkontaminasi zat-zat beracun dari limbah industri atau pabrik sehingga tidak mungkin lagi untuk ditinggali oleh makhluk hidup seperti manusia apalagi hewan.

Pada industri-industri atau pabrik-pabrik penghasil limbah beracun dari kegiatan produksinya apabila sesuai dengan peraturan dan ketentuan yang berlaku harus mempunyai suatu fasilitas pengolahan limbah sehingga air limbah yang tadinya mengandung kadar zat-zat beracun cukup tinggi dapat dikurangi agar tidak membahayakan lingkungan disekitarnya. Walaupun demikian dalam kenyataan dilapangan tetap saja tidak semua industri-industri atau pabrik-pabrik tersebut mempunyai fasilitas pengolahan limbah, karena untuk biaya pembangunannya cukup memakan biaya tidak sedikit belum lagi biaya operasional serta pemeliharaannya. Akibatnya tetap saja limbah yang di buang mengandung kadar konsentrasi zat-zat beracun cukup tinggi sehingga mencemari daerah atau lingkungan sekitar pabrik. Apabila limbah yang mengandung toxic tersebut mengalir melalui selokan kecil dan posisinya tepat di pinggir jalan raya, maka ketika hujan datang maka air limbah

tersebut akan meluap dan membanjiri aspal jalan sehingga mengakibatkan aspal menjadi rusak karena terkontaminasi oleh limbah.

Lain halnya dengan limbah, polusi merupakan hal kedua yang dapat mengganggu proses kehidupan di dunia ini. Polusi terbanyak dihasilkan oleh gas-gas buang dari kendaraan bermotor. Dari tahun ke tahun jumlah kendaraan bermotor di Indonesia semakin meningkat dengan pesatnya, belum lagi di negara-negara lain. Tidak banyak para pengguna jalan yang mengetahui akibat yang ditimbulkan oleh gas buang yang berasal dari kendaraannya sendiri. Gas-gas buang tersebut akan membuat udara menjadi kotor dan panas. Hal ini bukan saja terjadi di kota-kota besar saja akan tetapi sudah menjalar ke daerah pedesaan walaupun dampaknya tidak sebesar seperti di daerah perkotaan. Di kota besar seperti Jakarta walaupun tiap ruas jalan sudah ditanami pohon-pohon untuk mengurangi polusi asap kendaraan ternyata masih tetap saja kurang efektif karena jumlah pohon tidak sebanding dengan jumlah gas buang yang berasal dari kendaraan. Akibatnya udara tetap saja panas dan kotor oleh polusi tersebut. Belum lagi asap dan gas yang berasal dari cerobong-cerobong asap pabrik yang hampir setiap hari terus mengepul mengeluarkan asap yang mengandung gas-gas beracun.

Berbagai macam penyakit dapat timbul akibat pencemaran udara ini, misalnya bagi orang yang sering menghirup udara terkontaminasi akan menjadi sesak napas dan batuk-batuk. Apabila semakin parah dapat menyebabkan kematian.

Seiring dengan kemajuan teknologi yang terus berkembang dengan pesatnya, maka banyak hasil temuan para ahli untuk mencegah dan mengurangi dampak pencemaran

ini dengan maksud agar kehidupan di Bumi ini akan terus berlangsung selamanya dan lebih baik dari sebelumnya.

## **1.2 Alasan penulisan**

Penulis ingin memperkenalkan suatu metoda-metoda dalam melakukan pengukuran serta pendeteksian terhadap polusi dan pencemaran yang di akibatkan oleh limbah sehingga hal tersebut dapat dikurangi agar lingkungan yang indah, bersih, dan sehat dapat terwujud.

## **1.3 Pembatasan masalah**

Pada makalah ini penulis hanya membatasi masalah-masalah sekitar pencemaran udara dan pencemaran akibat limbah saja serta bagaimana cara pendeteksian serta monitoring terhadap gas-gas yang timbul dari limbah tersebut.

## 1.4 Tujuan

Tujuan penulis untuk penulisan makalah ilmiah pengukuran polusi dan limbah ini adalah untuk:

- a. Mengajak pembaca untuk mengetahui metoda-metoda yang digunakan dalam mengukur dan mendeteksi polusi serta gas-gas baik itu dari kendaraan-kendaraan bermotor maupun gas-gas yang dihasilkan oleh industri atau pabrik.
- b. Menambah wawasan bagi penulis dan juga bagi pembaca tentang zat-zat beracun yang berbahaya bagi lingkungan hidup serta bagi manusia sehingga apabila menemukan zat-zat berbahaya ini dapat segera diantisipasi agar tidak membahayakan.
- c. Mengetahui akibat-akibat yang ditimbulkan apabila pencemaran udara (polusi) serta pencemaran air dan tanah oleh limbah tidak ditanggulangi secara dini.
- d. Memberikan keuntungan bagi penulis maupun pembaca apabila dapat menerapkan metoda-metoda ini di lingkungan ataupun sebagai wujud pengabdian pada masyarakat.
- e. Tidak banyaknya makalah-makalah yang menulis tentang hal ini sehingga membuat penulis merasa tertarik untuk mempelajarinya serta menuangkannya dalam bentuk makalah ilmiah agar dapat berguna untuk sekarang maupun masa yang akan datang.

## **1.5 Penjelasan istilah/judul**

Pengukuran polusi dan limbah adalah suatu bentuk kegiatan yang memiliki metoda-metoda tertentu sehingga metoda ini dapat digunakan untuk mendeteksi, mengukur serta memonitor akan adanya zat-zat beracun di dalam air limbah maupun gas-gas buang dari kendaraan bermotor sehingga dapat diketahui terkontaminasi atau tidaknya suatu lingkungan oleh zat-zat beracun tersebut. Metoda-metoda yang digunakan juga cukup banyak sehingga masing-masing metoda mempunyai kelebihan serta kekurangannya. Hal ini sangat penting karena tidak semua metoda-metoda tersebut dapat digunakan, sebab untuk implementasinya tentu saja dibutuhkan suatu instrument atau alat yang berfungsi dapat melakukan pengukuran, pendeteksian serta monitoring terhadap polusi dan limbah terutama gas-gas yang dihasilkan oleh polusi dan limbah tersebut dalam kegiatan ini.

## **1.6 Metoda dan teknik pengumpulan data**

Metoda dan teknik pengumpulan data yang digunakan dan ditempuh oleh penulis ialah:

- a. Mengunjungi website-website di internet tentang hal yang berhubungan dengan judul penulisan makalah ilmiah ini.

- b. Diskusi dengan dosen pembimbing di industri tempat penulis melakukan praktek kerja lapangan yaitu PT. Industri Pesawat Terbang Nusantara (PT. IPTN) di bagian Department SSE.
- c. Mempelajari metoda-metoda pada pengukuran polusi dan limbah dengan melihat dan mempelajari data-data yang berhubungan dengan alat yang dipergunakan dalam melakukan pengukuran.
- d. Menganalisa tentang hal-hal apa saja yang perlu diperhatikan dalam melakukan kegiatan ini.
- e. Melakukan pengamatan pada objek-objek yang memiliki kaitan khusus yaitu instrumen-instrumen pendukung ketika penulis melakukan kegiatan PKL ini.

### **1.7 Sistematika pembahasan**

Pada makalah ini sistematika pembahasannya di mulai dari bab 1 yaitu pendahuluan yang menerangkan tentang latar belakang penulisan, alasan penulisan, pembatasan masalah, tujuan penulisan, penjelasan istilah atau judul, teknik pengumpulan data, dan sistematika pembahasan. Setelah bab 1 kemudian berlanjut pada bab 2 yaitu landasan teori dimana di dalamnya terdapat keterangan-keterangan menyangkut hal-hal apa saja tentang pengukuran polusi dan limbah secara lebih terperinci berdasarkan data-data yang telah penulis kumpulkan untuk dituangkan dalam landasan teori di dalam bab 2 sehingga dapat lebih dimengerti oleh penulis maupun oleh pembaca. Pada bab 3 menyangkut keterangan tentang kondisi objektif

selama penulis melakukan praktek kerja lapangan di PT. IPTN yang mana di dalam bab 3 ini terdapat uraian singkat tentang sejarah perusahaan.

Bab yang terakhir yaitu bab kesimpulan dan saran merupakan bab dimana penulis mengungkapkan kesimpulan dari data-data yang telah penulis dapatkan melalui praktek kerja lapangan dan juga terdapat saran-saran untuk perusahaan dan juga saran-saran untuk UPM Politeknik Pajajaran tentang hal-hal yang berkaitan dengan pengembangan pendidikan agar untuk kedepannya bisa lebih baik lagi dari yang sekarang ini.



**BAB II**  
**TINJAUAN TEORITIS TENTANG PENGUKURAN POLUSI**  
**DAN PENGUKURAN LIMBAH**

**2.1 Polusi**

Polusi merupakan suatu kata yang sering dijumpai pada daerah-daerah tertentu apabila daerah tersebut mempunyai keadaan udaranya yang tidak bersih disebabkan karena udara tersebut sudah tercampur dengan zat-zat serta partikel-partikel seperti debu atau asap-asap yang dapat mengakibatkan berbagai macam penyakit. Polusi sering kita jumpai di daerah-daerah perkotaan dimana tingkat pencemaran udaranya cukup tinggi. Oksigen yang merupakan elemen penting bagi kehidupan manusia menjadi tidak murni lagi akibat polusi dari berbagai sumber penghasil polusi. Sebagai contoh dapat kita ambil misalnya kendaraan bermotor, asap rokok, asap dari pabrik dan masih banyak lagi. Pada tingkat pencemaran udara yang tinggi, biasanya oksigen menjadi sedikit karena sudah tergantikan oleh gas-gas lain, akibatnya sulit bagi manusia untuk bernapas. Pengukuran polusi dapat dilakukan dengan mengukur kadar gas-gas buang sehingga data kadar gas buang tersebut bisa didapat apakah sudah sesuai dengan ketentuan atau tidak. Teknologi sensor yang dapat digunakan untuk pengukuran polusi ini mempunyai berbagai macam metode tersendiri.

## **2.2 Limbah**

Limbah merupakan zat liquid yang di dalamnya mengandung zat-zat kimia dengan konsentrasi cukup tinggi hasil dari suatu proses industrialisasi atau pabrikasi. Tidak semua limbah membahayakan karena masing-masing limbah mempunyai kandungan dan konsentrasi zat-zat kimia yang berbeda.

Pada limbah yang tergolong membahayakan biasanya mengandung zat-zat kimia yang dapat menghasilkan gas-gas toxic. Gas toxic ini merupakan suatu bentuk gas, apabila gas ini sampai terhirup oleh manusia maka akan mengakibatkan gangguan kesehatan sampai tingkat kematian. Pada limbah yang belum disterilkan melalui suatu proses kimiawi, maka limbah itu akan mencemari tanah tempat aliran limbah tersebut mengalir sehingga lambat laun akan meresap ke dalam tanah dan mencemari air tanah. Cairan limbah biasanya kental dan berwarna pekat serta menebarkan bau yang menyengat apabila terhirup oleh manusia. Pengukuran tingkat konsentrasi limbah dapat dilakukan dengan berbagai macam metoda, karena dalam pengukuran limbah resiko yang dihadapi cukup tinggi apabila limbah mengandung gas-gas yang membahayakan sehingga dalam pengukurannya dituntut kehati-hatian cukup tinggi sebab apabila ada kesalahan maka akibat yang dihadapi cukup fatal sehingga dapat membahayakan jiwa manusia.

## **2.3 Macam-macam gas toxic yang berbahaya**

### **1. Phospine (PH<sub>3</sub>)**

Banyak pendapat masyarakat yang mengatakan bahwa phospine hanya terdapat di lingkungan industri semikonduktor saja. Akan tetapi selain dipakai di industri semikonduktor, ternyata phospine banyak digunakan untuk penerapan-penerapan lainnya yang berhubungan dengan zat berbahaya ini. Phospine merupakan zat yang mematikan bagi serangga dan manusia. Oleh karena itu sangat penting untuk melakukan pendeteksian atau pengetesan pada lingkungan dimana phospine telah dipergunakan.

### **2. Chlorine (CL<sub>2</sub>) dan Chlorine dioxide (CLO<sub>2</sub>)**

Chlorine dan chlorine dioxide adalah zat berbahaya yang dipakai pada proses pembuatan kertas.

### **3. Sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>)**

Sulfur dioxide adalah suatu zat berbahaya yang banyak terdapat di lingkungan industri khususnya pada "Power Generating Station".

### **4. Nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) dan Nitric oxide (NO)**

NO<sub>2</sub> dan NO adalah masih merupakan keluarga dari "Nitrogen Oxides", atau biasa disebut "NO<sub>x</sub>", NO<sub>2</sub> dan NO.

**Tabel Interfering Gas**

Type of Sensor	Interfering Gas										
	CO	H <sub>2</sub> S	SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	HCN	HCl	NH <sub>3</sub>	Ethylene
Carbon Monoxide (CO)	100	<10	<10	<30	<15	<10	<40	<15	<3	0	Approx. 50
Hydrogen Sulfide (H <sub>2</sub> S)	0	100	Apx. 15	<5	Apx. -20	<-25	0	0	0	0	0
Sulfur Dioxide (SO <sub>2</sub> )	0	0	100	0	<-120	<5	0	<50	0	0	0
Nitric Oxide (NO)	0	Apx. 35	Apx. 5	100	<40	0	0	0	<15	0	0
Nitrogen Dioxide (NO <sub>2</sub> )	0	Apx. -20	<-0,5	0	100	90	0	<1	0	0	0
Chlorine (Cl <sub>2</sub> )	0	Apx. -20	0	0	120	100	0	0	0	0	0
Hydrogen Cyanide (HCN)	<5	Apx. 350	Apx. 160	0	Apx. -120	Apx. -55	0	100	Apx. 35	0	Approx. 50
Hydrogen Chloride (HCl)	<5	Apx. 60	Apx. 100	Apx. 240	Apx. 15	Apx. -30	Apx. 0	0	100	0	2
Ammonia (NH <sub>3</sub> )	0	Apx. 130	Apx. 70	Apx. 20	Apx. 0	Apx. -50	0	Apx. 30	Apx. -5	100	0

#### 2.4 Pedoman Pemilihan Sensor Gas

Teknologi sensor gas seperti teknologi Electrochemical, Catalytic Bead, Solid State, Infrared dan Detektor Photoionization harus memenuhi kriteria untuk digunakan pada area pengukuran yang memenuhi standar kualitas udara yang telah ditentukan oleh Pemerintah. Hal terpenting dari teknologi sensor gas adalah untuk menentukan tingkat kualitas udara pada suatu area tertentu, sehingga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kenyamanan lingkungan.

## **2.5 Hal-hal yang perlu diperhatikan**

Sensor harus mempunyai daya tahan terhadap ledakan baik itu ledakan kecil ataupun ledakan besar, dapat digunakan pada daerah-daerah berbahaya dan lingkungan yang tercemar oleh zat-zat beracun. Sensor harus efektif serta dapat diaplikasikan untuk instalasi-instalasi pada industri terutama pada instalasi pembuangan limbahnya.

1. Untuk gas detektor yang berupa instrumen portable, instrumen harus mempunyai cadangan power yang dapat menggunakan segala jenis baterai. Instrumen harus mempunyai bentuk kecil, sehingga dapat dibawa kemana-mana dengan mudah. Selain itu instrumen tersebut juga harus aman apabila dipakai di lingkungan industri.
2. Operasional dan pemeliharaan instrumen harus bisa dilaksanakan dengan sederhana dan praktis.
3. Untuk pengukuran yang terus menerus pada suatu area (instalasi sensor yang stasioner), sensor harus bisa berfungsi terus menerus untuk jangka waktu yang cukup lama, misalnya untuk pemakaian lebih dari 1 bulan. Sensor harus dapat dipakai pada lingkungan industri selama 2 tahun atau lebih. Mudah diterapkan dengan Multi-Point-System dan diatur oleh controller atau Computer Controller Distribution System (CCDS).
4. Instrumen (berbentuk gas detector) harus dapat digunakan sebagai pelindung yang efektif bagi area-area tempat instrumen itu berada dengan cara memberikan sinyal peringatan bila objek yang di ukur melebihi batas konsentrasi yang diijinkan.

## **2.6 Gas Toxic dan Monitoring Gas Buang**

Pada pelaksanaan monitoring gas buang maupun pengukuran gas toxic, secara umum dapat dibedakan berdasarkan konsentrasi pengukuran. Secara pengukuran, gas toxic mempunyai konsentrasi lebih rendah apabila dibandingkan dengan monitoring gas buang.

Pengukuran gas toxic umumnya digunakan untuk tujuan perlindungan kesehatan manusia.

Satuan pengukuran yang umum digunakan untuk gas adalah PPM. Untuk satuan pengukuran pada gas buang (combustible gas), dimana konsentrasi gas hasil pengukuran biasanya lebih tinggi, seringkali satuan ukuran yang digunakan dalam persen (%). Ukuran konsentrasi menggunakan Lower Flammable Limit atau LFL, dengan skala ukur 100% LFL, contohnya 50% LFL.

## **2.7 Sensor Electrochemical**

Selain untuk pengukuran oksigen, sensor electrochemical di rancang untuk pengukuran gas toxic. Sensor ini mempunyai kelebihan untuk pengukuran gas dalam level konsentrasi rendah yaitu dalam satuan ukuran PPM (Parts per Million). Untuk penggunaan pada instrumen portable, electrochemical sensor mempunyai daya tahan selama 2 tahun. Sensor ini dapat memonitor 20 gas.

Untuk pengukuran gas yang mempunyai konsentrasi sangat rendah biasanya menggunakan sensor solid state.

## **2.8 Sensor Catalytic**

Untuk penggunaan pada instrumen portable, sensor catalytic merupakan pilihan terbaik untuk memonitor gas-gas buang dalam % konsentrasi LEL dan mempunyai daya tahan cukup lama karena tidak dipakai terus menerus seperti sensor-sensor lainnya. Sensor catalytic harganya lebih murah dibanding sensor yang lainnya. Alangkah baiknya sebelum membeli di lihat dahulu reputasi dan kualitas dari pabrik pembuatnya.

## **2.9 Sensor Infrared dan Sensor Solid State**

Gas-gas yang mempunyai level konsentrasi tinggi biasanya akan berpengaruh pada sensor yang digunakan sehingga mengakibatkan sensor tersebut menjadi cepat rusak. Infrared atau solid state sensor merupakan solusi terbaik untuk hal ini. Pendeteksian serta monitoring gas-gas dengan mempergunakan sensor ini merupakan pilihan yang tepat, akan tetapi tetap saja sensor ini mempunyai kekurangan dan keterbatasan seperti sensor-sensor yang lain yang tidak semua gas dapat terdeteksi oleh sensor ini. Dengan kata lain sensor ini bisa mendeteksi lebih banyak gas kimia dalam satuan pengukuran LEL.

Pada pengukuran dinamis, sensor ini dapat dipergunakan untuk mendeteksi serta memonitor gas dalam keadaan bergerak, contohnya pada pengukuran gas di pesawat terbang.

## **2.10 Sensor Gas Solid State**

Sensor gas solid state terbuat dari bahan metal oxide yang akan berubah resistansinya apabila terkena suatu jenis gas. Sensor gas solid state digunakan untuk mendeteksi lebih dari 150 jenis gas toxic dan gas buang yang berbeda dalam satuan ukuran PPM rendah, yaitu dengan %LEL. Sensor ini mempunyai daya tahan pemakaian selama 1 tahun atau lebih.

## **2.11 Fungsi Sensor Electrochemical**

Sensor electrochemical bekerja berdasarkan reaksi kimia gas. Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi gas dalam satuan ukuran PPM. Contohnya: NH<sub>3</sub>, CO, Cl<sub>2</sub>, HCl, HCN, H<sub>2</sub>S, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, dan SO<sub>2</sub>. Untuk gas-gas tersebut, teknologi electrochemical dapat mengukur satuan ukuran PPM dengan level konsentrasi yang lebih tinggi. Sensor ini mempunyai daya tahan pemakaian selama 1 sampai dengan 2 tahun.

## **2.12 Fungsi Sensor Catalytic Bead**

Sensor catalytic bead digunakan untuk pengukuran hasil pembakaran gas buang sehingga dapat menaikkan temperatur pada sensor. Temperatur tersebut menaikkan resistansi pada sensor dan mengirim data tentang konsentrasi gas yang terdeteksi. Sensor ini dapat mendeteksi gas dalam konsentrasi tinggi (1000 PPM). Sensor catalytic bead dapat mendeteksi gas-gas buang dengan ukuran yang besar sehingga dalam pemakaiannya hanya dipergunakan untuk mendeteksi dan memonitor



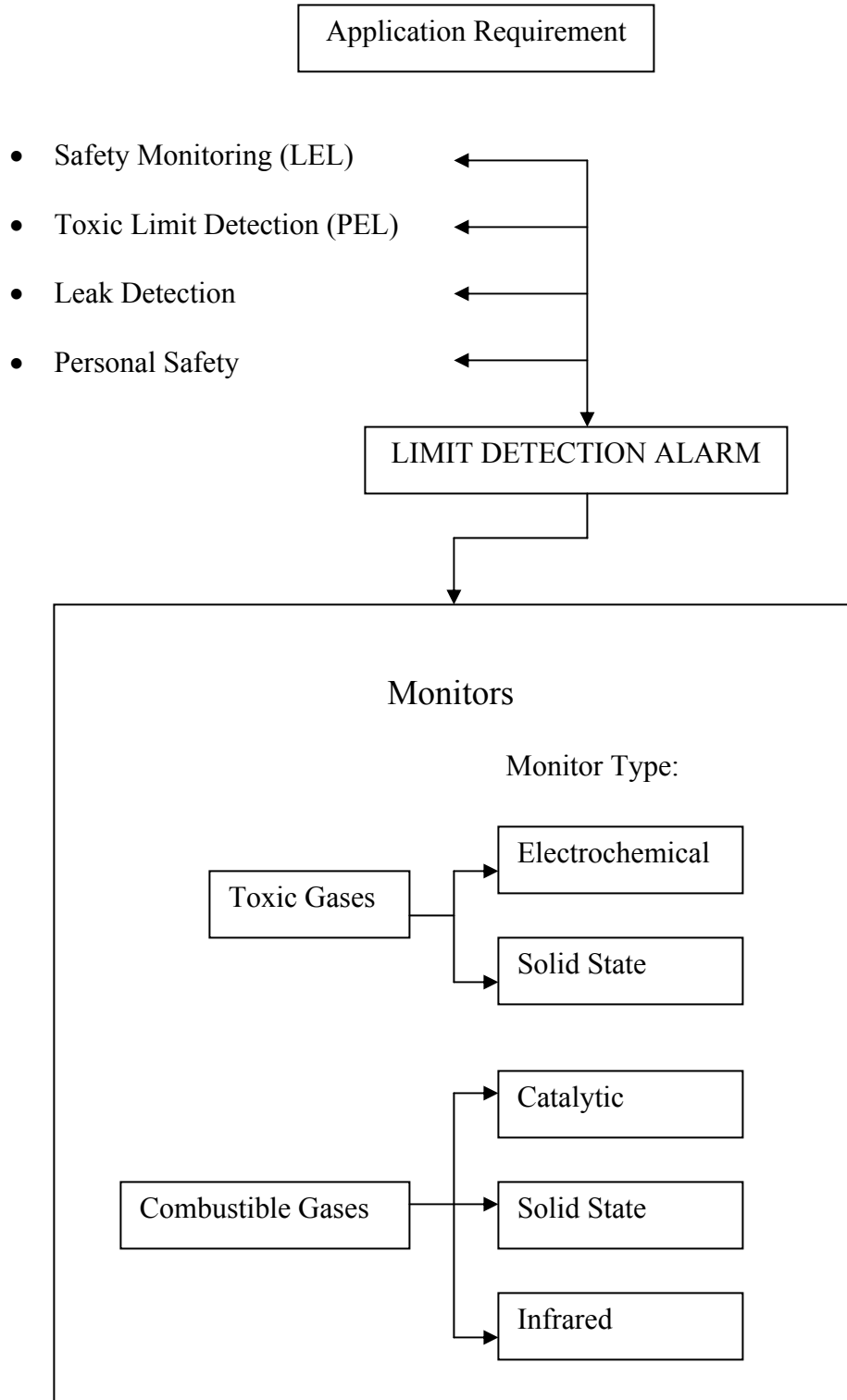
gas-gas berkonsentrasi tinggi saja. Sensor ini mempunyai daya tahan pemakaian selama 2 tahun atau lebih.

**Tabel Range Pengukuran Gas**

Jenis Gas	Range Minimum	Range Maximum
Acid Gasses	0-10 PPM	0-100 %
Alcohol	0-500 PPM	0-2000 PPM
Ammoa	0-50 PPM	0-500 PPM
Arsine	0-1000 PPM	0-10 PPM
Bromine	0-1 PPM	0-100 PPM
Carbon Monoxide	0-50 PPM	0-500 PPM
Chlorine	0-1 PPM	0-100 PPM
Chlorine Dioxide	0-1 PPM	0-100 PPM
Diborane	0-1000 PPM	0-10 PPM
Ethylene Oxide	0-20 PPM	0-200 PPM
Fluorine	0-1 PPM	0-100 PPM
Formaldehyde	0-20 PPM	0-200 PPM
Germane	0-1000 PPM	0-10 PPM
Hydrogen	0-2000 PPM	0-10 %
Hydrogen Chloride	0-10 PPM	0-100 PPM
Hydrogen Cyanide	0-10 PPM	0-100 PPM
Hydrogen Fluoride	0-10 PPM	0-100 PPM

Hydrogen Sulfide	0-10 PPM	0-100 PPM
Hydrogen Peroxide	0-10 PPM	0-100 PPM
Hydrogen Selenide	0-1000 PPM	0-10 PPM
Iodine	0-1 PPM	0-100 PPM
Nitric Oxide	0-20 PPM	0-250 PPM
Nitrogen Dioxide	0-10 PPM	0-100 PPM
Oxygen	0-5 %	0-30 %
Ozone	0-1 PPM	0-100 PPM
Phosgene	0-2 PPM	0-100 PPM
Phospine	0-1000 PPM	0-10 PPM
Silane	0-10 PPM	0-50 PPM
Sulfur Dioxide	0-10 PPM	0-100 PPM

## Diagram Penggunaan Sensor



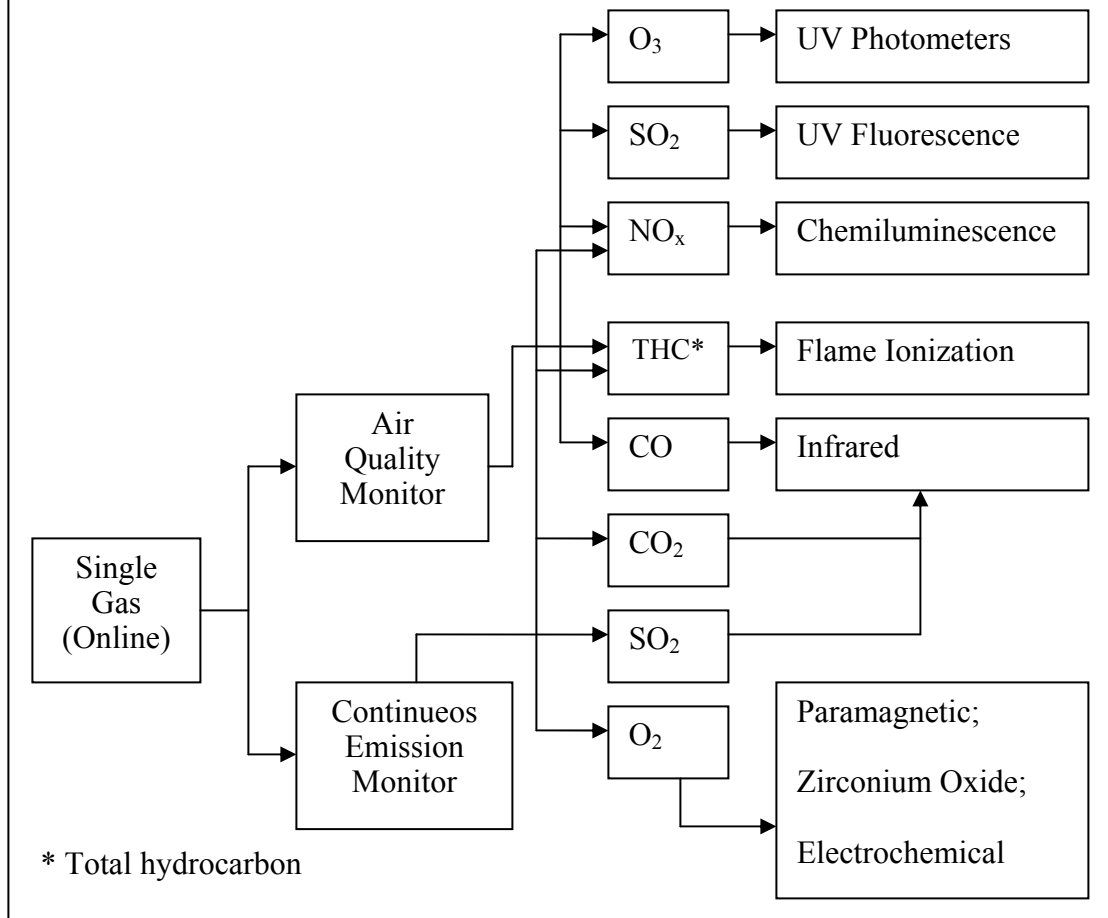
Application Requirement

- Exposure Assessment (TWA)
- Ambient Air Quality Compliance Monitoring

QUALITATIVE & QUANTITATIVE ANALYSIS

ANALYZER

Target Gas: Analyzer Type:



## **2.13 DETEKTOR GAS PRODUKSI ATI**

### **2.13.1 Tinjauan umum**

Suatu sistem detektor gas merupakan suatu instrumen ukur yang fleksibel dan berfungsi untuk mendeteksi serta memonitor gas. Detektor gas mempunyai sistem alarm yang dapat memberikan peringatan berupa annunciator maupun audible warning bila sensor/transmitter mendeteksi adanya suatu gas.

Sensor/transmitter pada umumnya ditempatkan pada suatu tempat yang besar kemungkinan terjadi kebocoran gas. Sensor ini akan mengirimkan sinyal pada receiver apabila ada gas yang terdeteksi.

Modul penerima (receiver) merupakan sistem pengatur elektronik pada sistem detektor gas dan sistem alarm. Masing-masing modul mempunyai sebuah peraga digital yang menampilkan besaran ukur berupa konsentrasi gas. Juga pada bagian output menghasilkan sinyal analog dan mempunyai 4 relay yang terpisah.

Untuk pengukuran jarak jauh (remote indication) receiver dapat dipasang/ditempatkan pada jarak sampai dengan 1000 feet dari posisi sensor/transmitternya. Receiver juga dapat berfungsi untuk suatu pengontrolan lokal dengan cara mentransmisikan sinyal dengan level 4-20 mA pada remote display atau data logger.

Secara umum modul power supply menyediakan power DC untuk receiver. Power supply ditempatkan dalam suatu modul yang sama seperti modul receiver, dan membutuhkan tegangan input 85 sampai dengan 265 volt AC atau DC, tanpa

diperlukan adjustment lagi. Power supply juga mempunyai relay yang akan bekerja apabila terjadi kerusakan pada sistem power supply yang utama dengan cara memindahkan kepada back-up baterai, atau sistem pengisian (charging).

## **2.13.2 Arsitektur Gas Detektor**

### **2.13.2.1 Modul Receiver**

Modul receiver berfungsi sebagai interface antara sistem detektor/sensor dengan sistem alarm dan sistem data logging.

Suatu modul digunakan oleh masing-masing sensor/transmitter yang mencakup diantaranya:

### **2.13.2.2 LED Display**

Merupakan indikator/peraga untuk menunjukkan hasil pengukuran konsentrasi gas dalam satuan ukur PPM (Parts per Million), PPB (Parts per Billion), dan % (persen). Peraga/display dapat bekerja pada mode high intensity untuk pemakaian di luar ruangan atau mode normal untuk pemakaian di dalam ruangan.

### **2.13.2.3 Analog Output**

Analog output merupakan sinyal output standar 4-20 mA yang terpisah (isolated). Sinyal output ini sanggup menanggung beban sampai dengan 1000  $\Omega$  (ohm) yang dapat digunakan untuk recording, data logging, dan data input untuk computer.

#### **2.13.2.4 Two Alarm Setpoints**

Alarm setpoint biasanya telah di set oleh pabrik dengan harga-harga (konsentrasi gas) yang standar, tetapi bisa di set sekitar 5% sampai 100% range pengukuran. Dari pembacaan panel depan ada tulisan “Warning” dan “Alarm”, hal in masing-masing menunjukkan status setpoint alarm.

Kita dapat memilih delay (perlambatan waktu) alarm dengan standar waktu 2 detik atau 10 detik. Sebagai tambahan kita dapat melakukan pengaturan delay (perlambatan waktu) dengan cara merubah posisi switch di atas atau di bawah setpoint.

#### **2.13.2.5 Three Alarm Relays**

Output relay berupa switch SPDT (Single Push Double Throw) dengan kontak tanpa power dapat digunakan untuk mengaktifkan peralatan di luar (external signaling devices), unit-unit kontrol, dan sebagai sinyal input untuk sistem-sistem telemetry atau annunciator. Masing-masing relay dapat berfungsi baik sebagai setpoint alarm untuk penggunaan yang lebih praktis. Relay-relay telah di set oleh pabrik untuk menghidupkan sistem alarm, dalam kondisi yang berbahaya kita dapat mengatur switch untuk menyelamatkan suatu proses. Relay-relay juga dapat di set untuk pengoperasian berurutan atau pengoperasian terpisah.

#### **2.13.2.6 Trouble Alarm & Relay**

Apabila sensor/transmitter tidak mengeluarkan sinyal maka lampu indikator (LED) pada panel depan yang menunjukkan adanya kesalahan (error) akan menyala sehingga relay akan aktif.

Untuk kondisi sistem seperti ini dilengkapi dengan auto test sensor. Alarm ini juga dapat aktif bila sensor tidak bekerja setelah dilakukan tes automatic gas.

#### **2.13.2.7 Front Panel Reset Switch**

Adalah satu-satunya switch panel depan yang dapat melakukan beberapa fungsi, dan diberi tanda A/R (Acknowledge/Reset). Apabila terjadi alarm switch ini secara perlahan-lahan akan bekerja mengaktifkan audible horn (sirine) yang disambung dengan kabel pada modul dan dapat berubah menjadi alarm berupa cahaya dari kilatan-kilatan cahaya menjadi cahaya yang terus bersinar (steady on). Setelah kondisi alarm OFF, switch dapat digunakan untuk mereset alarm yang berkelanjutan. Switch juga dapat mengaktifkan modul test elektronik, kontak-kontak alarm inhibit dan mengaktifkan sistem auto test.



Gb. 1 Modul Receiver Detektor Gas dari ATI



### **2.13.2.8 Remote Reset Input**

Terdapat fasilitas berupa terminal-terminal yang dapat dihubungkan dengan remote reset input switch sehingga alarm dapat diatur dari lokasi yang terpisah atau dikontrol melalui sistem telemetry.

### **2.13.2.9 Pluggable Terminal Block**

Pluggable Terminal Block merupakan terminal yang berfungsi sebagai koneksi-koneksi external untuk listrik. Apabila kita akan melakukan pemeriksaan modul dapat dilakukan dengan menggantikan modul dalam jangka waktu yang singkat.

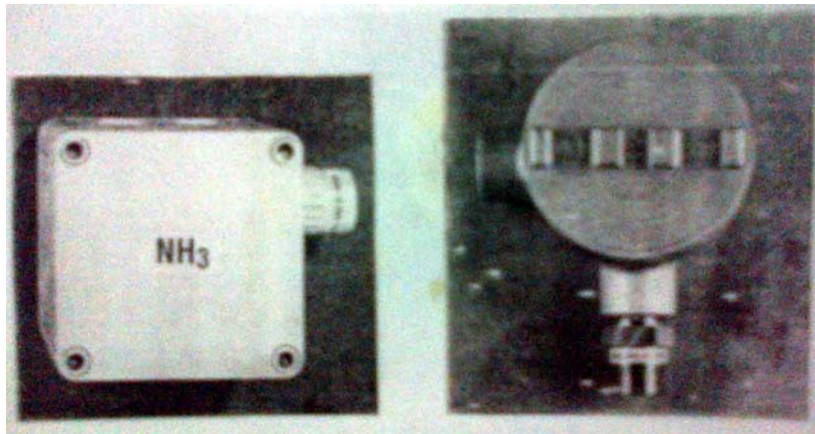
### **2.13.2.10 Spesifikasi Modul Receiver**

Construction Display:	4 digit LED, sunlight readable
Input:	Digital signal, 2 wire connection to remote sensor/transmitter
Output:	Isolated 4-20mA DC, 1000 ohms maximum load
Alarms:	Two adjustable concentration alarms, set points adjustable from 5-100% of range
Alarm Indicators:	High intensity LED bars for WARNING (low set point) and ALARM (hight set point)
Indicator Function:	WARNING indicator non-latching, ALARM latching
Alarm Relays:	Three assignable alarm relays, 10A, 120 VAC (5A, 250 VAC) resistive alarm relays assignable to

	either alarm set point
Relay Function:	Configurable for normal/fail safe, latching/non latching, and fast/slow operation
Relay and Indicator	
Reset:	Activated from front panel switch or through remote reset
Trouble Alarm:	Front panel LED indicator and SPDT, 10A, 120 VAC (5A, 250VAC) resistive relay; Relay factory set to fail-safe operation
Trouble Function:	Indicates loss of sensor/transmitter input or failure of sensor AUTO-test (if in use)
Gas Indicator:	LED bar on front panel with gas symbol overlay
Electrical Connection:	Quick disconnect plug-in terminal blocks
Size:	70 mm x 90 mm x 58 mm
Operating	
Temperature:	-40°C to + 55°C
Humidity:	0-99% non-condensing
Power:	9-15 VDC, 300 mA maximum

### 2.13.3 Sensor/Transmitter

Teknologi sensor untuk sistem deteksi gas yang dipergunakan adalah teknologi electrochemical yang dikembangkan dan dimanufaktur oleh ATI (Analytical Technology Inc.) Sensor/transmitter bekerja pada temperatur lingkungan dari  $-25^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $+50^{\circ}\text{C}$  yang memungkinkan penggunaan di dalam atau di luar ruangan. Sensor ini mempunyai zero stability yang bagus juga sensitifitas yang tinggi.



Gb.2 Standard Sensor dan Explosion-Proof Sensor

Sensor-sensor gas dapat dipadukan dengan transmitter digital untuk melindungi dari gangguan noise dan dapat di transmisikan untuk jarak yang cukup jauh dengan menggunakan kabel tanpa shielding (pelindung). Transmitter mendapat power dari modul receiver dan menggunakan teknik posisi arus pulsa yang khusus untuk mengirimkan informasi pada receiver melewati hubungan koneksi dua kabel. Koneksi dengan receiver tidak sensitif terhadap polaritas sehingga mengurangi

kesalahan wiring (pengkabelan). Sensor/transmitter dapat ditempatkan sampai dengan jarak 1000 feet dari modul-modul receiver. Sensor/transmitter ditempatkan dalam satu kotak pelindung yang mengikuti standar NEMA 4X sehingga dapat digunakan hampir disemua lingkungan industri dan dirancang untuk kondisi keselamatan dengan standar yang telah ditentukan. Sebagai pilihan lain dapat menggunakan kotak yang tahan terhadap ledakan. Sebagai contoh kotak anti ledakan dipakai pada pengukuran combustible gas (gas buang).



Gb.3 Electrochemical Sensor

#### **2.13.3.1 Sensor Auto Test**

Biaya paling besar dalam sistem detektor gas adalah yang dikeluarkan untuk test sensor secara periodik. Test ini diperlukan untuk meyakinkan adanya respon dari sensor. Untuk melakukan test pada sensor setiap minggu diperlukan seorang teknisi. Untuk melakukan test ini diperlukan beberapa sampel gas sebagai alat untuk mengecek respon dari sensor.

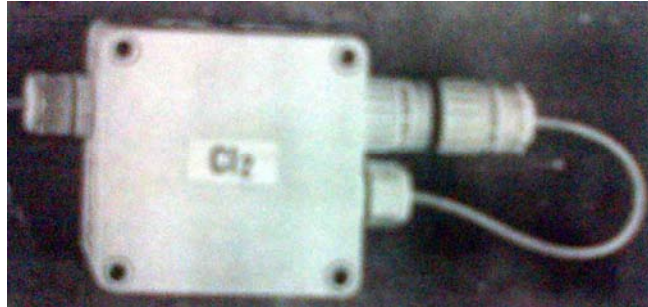
ATI telah mengembangkan suatu sistem yang khusus menanggulangi masalah cek respon dari sensor.

Pada umumnya sensor/transmitter dari ATI dilengkapi dengan sistem “AutoTest”. Sistem ini dilengkapi dengan generator gas electrochemical yang bersatu dengan sensor. Secara otomatis pengatur waktu (timer) pada receiver akan mengaktifkan generator yang terdapat di dalam sensor auto test ini setiap 24 jam dimana generator akan mengeluarkan sejumlah kecil gas yang berhembus pada sensor, kondisi ini sama persis seperti pada saat sensor mendeteksi kebocoran gas.

Microcomputer di dalam receiver akan melakukan analisa terhadap output dari transmitter untuk menentukan bahwa sensor mempunyai respon yang masih normal atau tidak. Jika sensor mempunyai respon yang masih normal maka generator akan langsung berhenti bekerja dan sistem kembali pada operation normal. Apabila tidak menunjukkan respon yang sesuai dari sensor, maka lampu yang menunjukkan “TROUBLE” pada receiver akan berkedip-kedip dan secara bersamaan relay untuk kondisi trouble langsung di aktifkan selama testing relay-relay alarm bekerja secara “inhibit” yang tentu saja alarm diluar tidak di aktifkan.

Dengan adanya sistem Auto-Test akan memberikan keyakinan pada pengguna bahwa masing-masing sensor telah dilakukan terlebih dahulu test dengan gas yang akan diukur.

Kerusakan awal dari sensor atau membran sensor yang tidak berfungsi secara cepat dapat diketahui sehingga perbaikan dapat dilakukan secepat mungkin.



Gb. 4 Sensor Auto Test

### 2.13.3.2 Spesifikasi Sensor/Transmitter

Measurement:	Gas type and range customer specified
Transmitter Type:	Two wire system, current pulse position signal
Sensor:	Electrochemical gas diffusion type (manufactured by ATI)
Accuracy:	Generally $\pm 5\%$ of value, but limited by available calibration of gas accuracy
Zero Drift:	Sensor dependent but normally less than 2% per month, non-cumulative
Enclosure:	NEMA 4X polystyrene
Optional Enclosure:	Explosion-proof cast aluminium, Class 1, Division 1, Group B, C, & D
Electrical Connection:	Quick disconnect terminal blocks (two wires without polarity)
Connection Distance:	Up to 1000 feet (300m) to receiver

Operating Temperature:	-25°C to +55°C (-5° for oxygen)
Humidity:	0-95% non-condensing
Option:	Sensor auto-test
Size (Sensor transmitter With Auto-Test):	94 mm x 163 mm x 57 mm
Power:	12 VDC from receiver module

#### **2.13.4 Modul Power Supply**

Power supply ATI mempunyai input dari 85 sampai 265 VAC atau VDC tanpa adjustment, yaitu power supply secara otomatis akan menyesuaikan diri dengan tegangan inputnya sehingga dengan adanya sistem ini kerusakan akibat kesalahan tegangan masukan dapat di hindari di banding apabila tegangan yang terdapat pada power supply harus di sesuaikan terlebih dahulu. Modul power supply mempunyai tiga output tegangan 12 VDC, dua diantaranya dipergunakan untuk modul receiver dan yang satu dipergunakan untuk mengisi baterai charger (back-up baterai). Modul ini mempunyai pelindung yaitu fuse konvensional untuk mencegah kerusakan modul apabila terjadi konsleting.

Apabila terjadi power failure atau tidak adanya tegangan pada input modul power supply akibat pemadaman listrik, maka secara otomatis relay akan bekerja sehingga tegangan untuk mensupply modul yang lain akan digantikan oleh baterai cadangan (baterai back-up).



Gb.5 Modul Power Supply

#### 2.13.4.1 Spesifikasi Modul Power Supply

Input Voltage:	85-265 VAC, 50/60Hz, or 85-265 VDC, self regulating
Output Voltage:	Regulated 13.7 VDC, 1A
Output Connection:	3 separated connections, two for receiver modules, and one for external battery back-up
Alarm:	Loss of input power alarm relays, SPDT 10 A, 120 VAC (5A, 250 VAC) resistive
Operating Temperature:	-40°C to +55°C
Humidity:	0-99% non-condensing
Size:	70 mm x 90 mm x 58 mm
Electrical Connection:	Quick disconnect terminal blocks



### 2.13.5 Battery Back-Up

Sistem battery back-up digunakan pada aplikasi detektor gas sebagai catu daya pengganti apabila terjadi pemadaman listrik (tegangan PLN) yang tiba-tiba. Baterai cadangan ini terdiri dari baterai rechargeable sealed acid. Pada modul battery back-up ini terdapat rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai control ketika pengisian baterai terjadi sehingga kerusakan akibat terlalu banyaknya pengisian dapat dicegah. Modul ini memperoleh catu dari modul power supply. Kemampuan dari modul ini adalah 6 jam setelah terjadi power failure pada catu daya utama (power supply).



Gb.6 Modul Battery Back-Up

### **2.13.5.1 Spesifikasi Modul Battery Back-Up**

Battery:	12 VDC, 4 Ampere hour
Charge Control:	Current limited to .75A max.
Low Voltage Cut-off:	Relay disconnect at 10 VDC
Fault Protection:	Relay disconnect on shorted charger wiring
Size:	110 mm x 180 mm x 90 mm

### **2.13.6 Horn/Strobe Options**

Horn adalah suatu alat yang menghasilkan suara, bekerja dengan prinsip piezoelektrik dengan material yang tahan terhadap perubahan cuaca dan dapat dipergunakan untuk hampir semua detektor-detektor gas. Horn mendapatkan catu daya sebesar 12 VDC dari modul power supply dan dapat diaktifkan dari single atau multiple modul-modul receiver. Horn dapat dengan mudah di pasang dalam satu dudukan kontak. Sinyal yang dapat di keluarkan oleh horn ini adalah sebesar 85 dB untuk alarm lokal. Selain horn, indikator alarm juga dapat menggunakan lampu (strobe) 12 VDC yaitu sebuah lampu xenon dengan ketajaman cahaya ½ -million CP flash firing 70 times/minute. Housing lampu strobe terbuat dari bahan yang tahan cuaca dilengkapi dengan lensa lexan berwarna merah dan dipasang dengan standar ukuran ½ inch. Dengan adanya horn/strobe ini dapat diketahui apabila ada suatu gas yang terdeteksi dan memberitahukan apabila ada situasi yang berbahaya untuk segera ditanggulangi, misalnya adanya kebocoran gas pada suatu instalasi.



Gb. 7 Horn dan Lampu Xenon

## **2.14 SENSOR-SENSOR AIR SERI C15 PRODUK DARI ATI**

### **2.14.1 Tinjauan Umum**

Air yang berkualitas merupakan syarat yang mutlak harus dipenuhi bagi kehidupan manusia. Kesehatan manusia biasanya tergantung dari bersih tidaknya makanan maupun air yang menjadi konsumsi setiap hari.

Air merupakan zat yang utama bagi manusia, karena apabila tidak ada air tentu saja kehidupan di dunia ini tidak akan pernah ada. Hal ini tentu saja sangat penting apabila kita melihat keadaan lingkungan di sekitar kita yang makin hari semakin tercemar oleh limbah-limbah yang lambat laun akan mencemari persediaan air bersih kita. Suatu peralatan tentu saja akan sangat diperlukan apabila ingin mengetahui apakah air yang kita minum sehari-hari itu sudah memenuhi standar atau tidak. Apabila air tersebut ternyata tidak memenuhi standar maka akibatnya kesehatan kita akan terganggu.

ATI (Analytical Technology, Inc) telah mengembangkan suatu sistem monitoring air yang dapat memberikan suatu ukuran tertentu tentang kadar kualitas air yang diukur. Adapun satuan yang dapat diukur oleh monitor air ini diantaranya pH, conductivity, temperature, dan residual chlorine. Sensor-sensor ini terdiri dari beberapa macam yang dapat digunakan sesuai dengan kegunaannya masing-masing. Sensor-sensor ini juga dapat diintegrasikan dengan sistem alarm dan sistem koleksi data. Sensor-sensor air seri C15 ini mempunyai LCD display dengan parameter-parameter yang spesifik seperti PPM CL<sub>2</sub>, PPM DO<sub>3</sub>,  $\mu\text{S}$ , pH, mV, °C. Alarm yang terdapat pada sensor-sensor ini juga dapat digunakan untuk memberikan sinyal

peringatan apabila ada situasi yang membahayakan. Zero dan span control terletak pada panel depan tiap-tiap modul untuk memudahkan dalam pengkalibrasian. Arus sebesar 4-20 mA pada masing-masing output dari modul dapat digunakan untuk external recorder, data logger, dan telemetry input. Modul-modul ini dapat dipasang pada kotak NEMA 4X dengan nomor-nomor untuk penggunaan yang berbeda.

## **2.14.2 Modul-Modul Monitor Air Seri C15**

### **2.14.2.1 Modul Residual Chlorine**

Modul residual chlorine digunakan untuk memonitor kadar residu chlorine pada air dan akan menampilkan hasil pengukuran pada display dengan satuan ukur dalam PPM Chlorine.



Gb.8 Modul Residual Chlorine

#### 2.14.2.1.1 Spesifikasi Model Residual Chlorine

Range:	0-1.000, 0-2.000 or 0-5.00 PPM
Repeatability:	+/- 0.05 PPM
Response Time:	90% within 60 seconds
Display:	LCD
Alarm:	Single adjustable alarm, may be high or low
Output:	Non-isolated 4-20 mA, 500 $\Omega$ maximum
Power:	120/240 VAC, 50/60 Hz, 3 VA maximum
Operating Condition:	0-40 °C

#### 2.14.2.2 Modul pH

Modul pH digunakan untuk mengukur tingkat keasaman air. Tingkat keasaman sangat diperlukan dalam air. Pada tingkat dibawah 7 air dapat dikatakan asam dan diatas 7 dapat dikatakan basa. Modul pH ini menggunakan dudukan gabungan pH dan referensi elektroda dalam sebuah pemasangan twist-lock yang praktis. Sistem ini dapat digunakan dengan atau tanpa automatic temperature compensator, tergantung pada pemakaian.



Gb. 9 Modul pH

#### 2.14.2.2.1 Spesifikasi Modul pH

Range:	0-14.00 PH
Repeatability:	+/- 0.10
Response Time:	90% within 10 seconds
Display:	LCD
Alarm:	Single adjustable alarm, may be high or low
Output:	Non-isolated 4-20 mA, 500 $\Omega$ maximum
Power:	120/240 VAC, 50/60 Hz, 3 VA maximum
Operating Condition:	0-40 °C

#### 2.14.2.3 Modul ORP

Modul monitoring air ORP menggunakan electrode yang terbuat dari platinum atau emas sebagai pengurangan substansi (kandungan zat) dalam suatu larutan. Sama seperti konstruksi pH sistem, sensor pada modul ORP ini dibuat dengan konektor twist-lock yang sederhana untuk dipasang pada flow cell.



Gb.10 Modul ORP

#### 2.14.2.3.1 Spesifikasi Modul ORP

Range:	0-1000mV (positive or negative)
Repeatability:	+/- 2 mV
Response Time:	90% within 10 seconds
Display:	LCD
Alarm:	Single adjustable alarm, may be high or low
Output:	Non-isolated 4-20 mA, 500 $\Omega$ maximum
Power:	120/240 VAC, 50/60 Hz, 3 VA max
Operating Condition:	0-40 °C

#### 2.14.2.4 Modul Dissolved Ozone

Sama seperti pengoperasian pada monitor residual chlorine, modul monitoring dissolved ozone menggunakan sensor ozon dari membran yang mempunyai spesifikasi tinggi untuk mengukur konsentrasi dissolved ozone dalam berbagai type pada air yang terozonasi.

Pengukuran aliran dapat dilakukan secara akurat, baik dalam kondisi terdapat residu atau sisa-sisa chlorine dalam uap.



Gb.11 Modul Dissolved Ozone



#### **2.14.2.4.1 Spesifikasi Modul Dissolved Ozone**

Range:	0-1.000, 0-2.000 or 0-5.00 PPM
Repeatability:	+/- 0.002 PPM
Response Time:	90% within 60 seconds
Display:	LCD
Alarm:	Single adjustable alarm, may be high or low
Output:	Non-isolated
Power:	120/240 VAC, 50/60 Hz, 3 VA maximum
Operating Condition:	0-40 °C

#### **2.14.2.5 Modul Conductivity**

Modul monitoring conductivity menggunakan sensor conductivity yang standar dengan sebuah 1.0 cell constant. Sama seperti pH sistem, sensor conductivity dapat digunakan dengan atau tanpa unsur kompensasi temperature yang terpisah. Elektroda platinum menjamin tingkat kepercayaan atau reliability dan akurasi pengukuran tanpa adanya polarisasi atau plating.



Gb.12 Modul Conductivity

#### 2.14.2.5.1 Spesifikasi Modul Conductivity

Range:	0-200 uS, 0-20 uS
Repeatability:	+/- 2 uS
Response Time:	90% within 60 seconds
Display:	LCD
Alarm:	Single adjustable alarm, may be high or low
Output:	Non-isolated 4-20 mA, 500 $\Omega$ maximum
Power:	120/240 VAC, 50/60 Hz, 3 VA maximum
Operating Condition:	0-40 °C

#### 2.14.2.6 Modul Temperatur

Modul monitoring temperatur menggunakan platinum RTD dengan kepresisian 100  $\Omega$  sebagai sensor untuk mengukur temperatur dengan akurat.



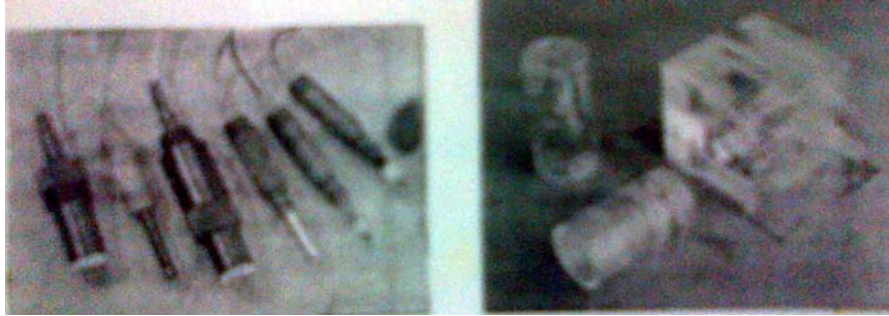
Gb.13 Modul Temperatur

#### **2.14.2.6.1 Spesifikasi Modul Temperatur**

Range:	-20° to + 120 °C
Repeatability:	+/- 0.1 °C
Response Time:	90% within 60 seconds
Display:	LCD
Alarm:	Single adjustable alarm, may be high or low
Output:	Non-isolated 4-20 mA, 500 Ω maximum
Power:	120/240 VAC, 50/60 Hz, 3 VA maximum
Operating Condition:	0-40 °C

#### **2.14.2.7 Sensor dan Flow Cells**

Sensor untuk masing-masing parameter mempunyai konstruksi dengan flow cell acrylic yang bersih dimana sensor ini terhubung pada sistem air untuk dimonitor. Masing-masing sensor dimasukkan kedalam flow cell dengan sebuah twist-lock yang sederhana atau dapat dibuat sebagai penghubungnya. Flow cell ini terpasang pada suatu kotak sehingga dapat digunakan pada instalasi-instalasi sistem dan juga dapat ditempel pada parameter yang berbeda terpasang pada seri monitoring air yang lain. Jadi hanya koneksi single inlet yang tersedia. Sampel flow rate 300-500 cc/min adalah sebagai contoh (typical).



Gb.14 Typical Flow Cell

## **BAB III**

### **KONDISI OBJEKTIF PKL DI PT. IPTN**

#### **3.1 Sejarah PT. Industri Pesawat Terbang Nusantara (PT. IPTN)**

Dengan didasari kebutuhan untuk melayani sendiri sarana transportasi udara yang mampu menghubungkan semua daerah di negara Republik Indonesia ini, serta dorongan untuk menguasai teknologi tinggi bagi percepatan pembangunan bangsa Indonesia pada tanggal 23 Agustus 1976.

Melalui peraturan pemerintah Nomor 12 tanggal 5 April 1976, pemerintah memberikan kepercayaan penuh kepada Prof.Dr.Ing.BJ.Habibie untuk menghimpun segala potensi dan memanfaatkan segala fasilitas serta sumber daya manusia yang ada pada waktu itu untuk mengelola serta mengembangkan industri pesawat terbang di Indonesia. Dengan dasar peraturan pemerintah tersebut maka lahirlah PT. Industri Pesawat Terbang Nusantara (IPTN).

Dengan menerapkan Progressive Manufacturing Program (PMP), para karyawan IPTN secara meyakinkan telah berhasil melaksanakan tahap-tahap alih teknologi. Program PMP ini mempunyai tiga aspek yaitu:

1. Konsisten terhadap program.
2. Profesionalisme.
3. Disiplin kerja yang tinggi.

Misi alih teknologi ini dimulai dengan program lisensi NBO-150 dari MBB Jerman Barat, NC-212 dari CASA Spanyol pada tahun 1976. Disusul program lisensi helikopter Puma NSA-330 dan Super Puma NAS-332 pada tahun 1979.

Tiga tahun setelah lisensi pertama, IPTN melangkah lagi memasuki tahap “Integrasi Teknologi”. Suatu tahap berlanjut setelah penguasaan teknologi/pembuatan pesawat melalui tahap lisensi yang telah dikuasai. Integrasi teknologi direalisasikan melalui peningkatan kerjasama dengan CASA Spanyol yaitu dengan membentuk suatu usaha patungan bernama Aircraft Technology Industries (AIRTECH). Program yang dimaksud adalah perancangan dan produksi pesawat angkut serbaguna yang disebut CN-235. Pesawat yang diumumkan pada pameran kedirgantaraan di Paris yang ke-34 pada tanggal 10 Juni 1980 ini telah diproduksi secara seri dan kini telah memiliki daftar pesanan yang panjang dari dalam dan luar negeri, bahkan sekitar 69 pesawat diantaranya telah diserahkan kepada customer.

Kehadiran IPTN dalam persaingan dunia kedirgantaraan Internasional makin mantap dengan ditandatanganinya beberapa kerjasama internasional dengan tujuan untuk lebih meningkatkan kemampuan IPTN sebagai industri pesawat terbang.

Kerjasama dengan industri pesawat terbang Amerika dimulai dengan ditandatanganinya kerjasama antara IPTN dengan BOEING COMPANY.

Melalui kerjasama ini, landasan baru telah dibuat untuk meletakkan IPTN sebagai salah satu mitra Boeing, dan hal ini terbukti ketika pada tahun 1987 IPTN mulai menggarap produksi dengan komponen pesawat Boeing 767 dan 737. Sebelumnya pada bulan November 1982, kerjasama lisensi dengan Bell Helicopter Textron Inc.

telah dirintis dengan memproduksi Helikopter Nbell-412, dan kini telah diserahkan kepada customer.

Melengkapi pesatnya industri pesawat terbang, IPTN membangun Divisi Sistem Persenjataan. Divisi ini memproduksi sistem persenjataan pada pesawat terbang dan helikopter untuk keamanan dan pertahanan.

Untuk mewujudkan IPTN sebagai agen alih teknologi, maka pada tahun 1983 secara bertahap suatu pusat perawatan mesin Universal Maintenance Centre (UMC) dikembangkan. Unit ini bertugas merawat dan memperbaiki mesin-mesin turbin pada pesawat terbang dan helikopter maupun mesin turbin untuk keperluan industri. Beberapa mesin yang dirawat adalah TPE 331A 250 (Allison), PT6 (PW), CT 77A (GE), Turmo IV C Makila 1A (Turbomeca Makila), Dart (RR), LTS 1010 (Lycoming), Centaur dan Saturn (Solar Turbinet), TJ 8D (Pratt dan Whitney).

Perkembangan IPTN semakin nyata dengan kemampuan menyerap teknologi produksi ketika program lisensi NBO-105 dan N-212 90-100% komponennya telah diproduksi IPTN.

Program perkembangan fisik dimulai dengan rehabilitasi bangunan yang telah ada. Kawasan produksi I, dilanjutkan dengan kawasan produksi II, kawasan produksi III dan kawasan produksi IV. Perkembangan personil dimulai dengan 500 karyawan pada tahun 1976, 9000 karyawan pada tahun 1983 dan akhir 1990 mencapai 15000 karyawan dengan klasifikasi tertentu.

Untuk memperoleh personil dengan kemampuan tinggi dalam jumlah relatif besar ini dicapai melalui program pendidikan dan pelatihan baik dalam maupun luar negeri.

IPTN mempunyai pusat latihan untuk tingkat muda, sedang di luar negeri melalui program BeaSiswa maupun Prakter Kerja di industri pesawat terbang terkait maupun mitra kerjasamanya lainnya.

Pada usia ke 10 IPTN, pemerintah RI menyelenggarakan Indonesia Air Show (IAS) 1986 yang menarik perhatian masyarakat luas baik nasional maupun internasional. Pameran bertaraf internasional ini merupakan pertanggungjawaban IPTN terhadap masyarakat tentang apa yang telah dicapai pada sepuluh tahun pertama. Pada kesempatan ini suatu kerjasama baru dan pemasaran pesawat terbang telah disepakati. Tahun 1987 kerjasama timbal balik produksi (offset) dengan General Dynamic untuk pembuatan komponen pesawat Boeing 767 dn 737 dengan Boeing Company dapat direalisasikan, serta Fokker-100, Rapier dan lain-lain. Dalam rangka meningkatkan peluang-peluang alih teknologi dan bisnis, IPTN bersama New Media Development Organization Japan mendirikan perusahaan patungan dengan nama “Nusantara System International” (NSI) yang bergerak dalam bidang perangkat lunak komputer. Perusahaan yang didirikan pada tahun 1988 tersebut telah beroperasi sampai dengan sekarang.

Untuk lebih memperluas pemasaran produk-produknya khususnya diwilayah Amerika Serikat, maka sejak tahun 1992 yang lalu IPTN mempunyai Branch-Office yang berkedudukan di Seattle Amerika Serikat dengan nama IPTN-NA (IPTN North America). Semua langkah-langkah IPTN dalam dasawarsa pertama untuk mewujudkan kemampuan teknologi namun bergerak lebih maju untuk mengembangkan teknologi seperti negara-negara maju lainnya. Tahap ini disebut



pengembangan teknologi, yakni mengembangkan teknologi dirgantara sendiri untuk menghasilkan produk yang sama sekali belum pernah ada atau suatu produk yang tergolong baru.

Disini dapat dilihat bahwa IPTN sudah mulai mengarah kepada upaya-upaya bisnis pesawat terbang yang sesungguhnya. Hal ini dibuktikan dengan dikembangkannya suatu program baru. Pesawat N-250 yang sepenuhnya hasil rancangan putra-putri terbaik bangsa Indonesia yang berorientasi pada pasar. Program rancang bangun dan produksi pesawat diumumkan pada Paris Air Show 1989 dan pemunculannya diharapkan pada tahun 1995.

## **3.2 Perkembangan PT. IPTN**

### **3.2.1 Program N-250**

Setelah sukses dengan program CN-235 yang merupakan pesawat terbang dengan kapasitas 42 tempat duduk, maka pada tahun 1988 IPTN mengembangkan generasi baru dari Engine Turboprop yang dikenal dengan program N-250. Jenis pesawat ini memiliki 64-68 tempat duduk dan mampu terbang dengan kecepatan 330 knots.

N-250 PA-1 Gatotkaca telah melakukan penerbangan pertama, pertama pada tanggal 10 Agustus 1995 yang merupakan salah satu tahap dari serangkaian program test penerbangan. Pada pertama ini terdapat beberapa seri program test yang dialami dengan kualitas penerbangan dan sistem kontrol yang dikenal dengan nama Fly by Wire. Test selanjutnya adalah penerbangan dengan muatan pada struktur pesawat,

kalibrasi sistem-sistem udara, test getaran penerbangan. Test yang terakhir adalah pengujian pada sistem-sistem utama dari pesawat seperti sistem kontrol penerbangan, sistem roda pendaratan, sistem propulsi dan avionik. Test pertama ini akan membutuhkan waktu 36.13 jam yang terbagi atas 29 penerbangan. Kecepatan jelajah sebesar 200 KTAS atau 260 Knots yang merupakan 50% dari kecepatan maksimum, dan terbang pada ketinggian 18000 ft atau 6 Km diatas permukaan air laut. Data-data hasil test dikumpulkan dan langsung ditransmisikan ke FTC (Flight Test Center) tower yang berada di Bandung melalui satelit Palapa B2R dan stasiun relay test penerbangan di Cisolok.

### **3.2.2 Program N-2130**

Setelah sukses dengan program N-250, PT. IPTN mengembangkan suatu program baru yang dikenal dengan nama N-2130. Pesawat ini berkapasitas 80-130 tempat duduk dengan mesin jet ganda (Twin Jet Aircraft).

N-2130 akan memiliki jarak penerbangan yang panjang dengan mach number 0,8 dan mampu melayani ketinggian 39000 foot (11,89). Kecepatan tinggi dan kemampuan terbang yang baik berguna untuk mengantisipasi kepadatan lalu lintas udara di masa yang akan datang terutama di Amerika Utara dan Eropa di mana panjang landasan untuk Take Off yang diberikan akan mencapai 6070 foot (1850m).

N-2130 dikonfigurasi memakai kontrol penerbangan fly by wire di mana pengembangan teknologi ini akan meraih keuntungan dari pengalaman-pengalaman sebelumnya. Beberapa keputusan desain telah diambil, di mana sejak awal IPTN secara berkala telah mengadakan konsultasi dengan agen-agen kelaikan terbang

seperti DGAC (Indonesia), FAA (USA), dan JAA (Eropa) yang hasilnya bahwa N-2130 akan memiliki sayap rendah dengan engine terpasang pada sayap.

Berdasarkan program-program yang sudah ada atau sedang dilaksanakan maka hingga saat ini IPTN telah mengalami naik turunnya laba yang diperoleh perusahaan.

### 3.3 Kerjasama Internasional PT. IPTN

Hingga saat ini IPTN telah mengadakan kerjasama dengan berbagai negara lain dalam bidang teknologi kedirgantaraan yang tertera pada daftar berikut ini:

No.	Nama Perusahaan	Hasil Kerjasama
1.	CASA (Spanyol)	NC-21 (lisensi) CN-235 (kerjasama rancang bangun dan produksi)
2.	DASA (Jerman)	Helikopter NBO-105 (lisensi)
3.	Bell Textron	Helikopter Nbell-412 (lisensi)
4.	Aerospatiale	Helikopter NSA-330 Puma Helikopter NSA-332 Super Puma
5.	Boeing (USA)	Qualified Boeing Bidder Sub kontrak komponen Boeing 737 dan 767
5.	FIAS (Perancis)	Fasilitas diklat
6.	General Dynamics	Komponen pesawat tempur F-16
7.	BAE (Inggris)	Komponen Rapier
8.	FZ (Belgia)	Roket FFAR 2,75"
9.	Garret (USA)	Perawatan mesin TPE 331

10.	AEG Telefunken	SUT (Surface Underwater Target) Torpedo
11.	General Electrics	UMC, perawatan, perakitan mesin CT 7
12.	Turbomeca	Perawatan mesin turbomeca makila
13.	Allison (USA)	Perawatan mesin A 250 dan AE 2100C
14.	Rolls-Royce	Perawatan mesin dart
15.	Lycoming (USA)	Perawatan dan pembuatan part mesin PT6
16.	Messier Bugatti	Perawatan landing Gear CN-235 dan N-250
17.	Hughes Corp	Satelit Palapa C dan Palapa D
18.	Fokker BV	Pembuatan komponen F-100
19.	Lucas Aerospace	Perancangan dan pembuatan sistem pesawat
20.	Hamilton Standard	Perawatan komponen mesin dan propeller
21.	Lockheed (USA)	Kerjasama dalam bidang Aeronoutika
22.	Airbus Industries	Pembuatan komponen Airbus
23.	NDO (Jepang)	Kerjsama dalam bidang perangkat lunak komputer
24.	Liebher Aerotechnic	Sistem Fly-by-Wire untuk N-250
25.	Dowty Aerospace	Propeller N-250
26.	Henschel Flugzeugwerke GmbH (Jerman)	Engine Test Bench

### **3.4 Perubahan nama PT. IPTN menjadi PT. DI**

Pada tanggal 24 Agustus 2000 yang merupakan hari ulang tahun IPTN yang ke-24, PT. Industri Pesawat Terbang Nusantara (PT.IPTN) berubah namanya menjadi PT. Dirgantara Indonesia (PT.DI) yang diresmikan langsung oleh Presiden Republik Indonesia KH. Abdurahman Wahid.

Peresmian ini dihadiri pula oleh Gubernur Jawa Barat Nuriana dan Menristek A.S Hikam.

## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **4.1 Kesimpulan**

Gas-gas yang merupakan hasil pembuangan dari limbah-limbah pabrik baik itu yang mengandung konsentrasi tinggi maupun rendah dapat merugikan lingkungan. Kandungan konsentrasi zat-zat yang dapat menghasilkan gas-gas beracun yang terdapat pada limbah pabrik biasanya cukup tinggi dan dapat membahayakan makhluk hidup. Masyarakat biasanya menyebut hal ini sebagai pencemaran terhadap lingkungan hidup akibat polusi. Selain mencemari udara biasanya limbah tersebut akan mencemari air yang merupakan salah satu elemen yang paling utama di Bumi ini.

Pengukuran polusi baik itu terhadap gas-gas yang dikeluarkan oleh limbah, kendaraan bermotor (gas buang), maupun polusi yang terdapat pada air contohnya pengukuran terhadap tingkat keasaman, ozon, kandungan chlorine dapat dilaksanakan dengan memakai berbagai macam metode pengukuran. Untuk pengukuran gas dapat dipakai metode-metode seperti Electrochemical, Catalytic Bead, Solid State, Infrared, dan Detektor Photoionization. Sensor-sensor yang dipergunakan merupakan produk dari ATI (Analytical Technology, Inc). Masing-masing sensor mempunyai fungsi yang berbeda-beda sesuai dengan objek yang akan diukur. Penempatan sensor-sensor ini sangat penting sekali untuk mendeteksi suatu gas baik itu dengan konsentrasi tinggi maupun rendah dengan satuan yang diukur dalam PPM.

## **4.2 Saran-Saran**

### **4.2.1 Saran bagi PT. Industri Pesawat Terbang Nusantara (IPTN)**

Setelah penulis menyelesaikan tugas praktek kerja lapangan (PKL) di PT. Industri Pesawat Terbang Nusantara (PT.IPTN), ada hal-hal yang menurut penulis perlu di perbaiki baik itu dari segi sumber daya manusia maupun alat-alat yang menjadi pendukung dalam melaksanakan kegiatan di perusahaan. Maka penulis ingin menyampaikan saran yang bersifat membangun kepada PT.IPTN sebagai salah satu kebanggaan bangsa Indonesia untuk lebih maju lagi di masa sekarang maupun masa yang akan datang. Adapun saran-saran yang ingin penulis sampaikan di antaranya adalah:

1. IPTN sebagai salah satu pabrik pesawat terbang kebanggaan bangsa Indonesia harus mampu menghasilkan inovasi-inovasi baru dalam bidang yang bukan hanya kedirgantaraan saja.
2. Promosi PT.IPTN sebagai produsen pesawat terbang hendaknya lebih ditingkatkan lagi sehingga bangsa-bangsa di dunia khususnya bangsa Indonesia lebih mengenal lagi PT.IPTN.
3. Sumber daya manusia PT.IPTN harus lebih ditingkatkan lagi kualitasnya sehingga mereka dapat mempergunakan peralatan-peralatan canggih yang merupakan aset PT.IPTN untuk menciptakan berbagai penemuan-penemuan baru yang dapat berguna untuk kepentingan masyarakat banyak.

#### **4.2.2 Saran bagi UPM Politeknik Pajajaran**

UPM Politeknik Pajajaran yang mempunyai visi dan misi untuk mencetak lulusan yang berkualitas harus didukung oleh sarana serta prasarana yang memadai yaitu yang sesuai dengan tuntutan jaman.

Khususnya untuk jurusan Teknik Elektronika D1 ada beberapa hal yang penulis ingin kemukakan sebagai bahan pertimbangan untuk kemajuan kualitas sumber daya manusia UPM Politeknik Pajajaran diantaranya:

1. Teknik Elektronika D1 merupakan jurusan yang memerlukan laboratorium sebagai tempat praktek maupun percobaan untuk lebih memperdalam apa saja yang telah diajarkan oleh dosen. Hal ini tentu saja membutuhkan peralatan-peralatan yang lengkap sehingga mahasiswa-mahasiswi Teknik Elektronika D1 dapat lebih menguasai keterampilan dalam praktek karena dalam Teknik Elektronika selain teori yang harus dikuasai. Praktek sangatlah penting karena apabila tidak ada praktek maka hal yang telah dipelajari dalam teori akan menjadi sia-sia saja dan tidak akan bermanfaat. Laboratorium yang dimiliki oleh UPM Politeknik Pajajaran kurang baik dalam bidang peralatan maupun pemeliharaan laboratorium karena seringkali apabila akan melaksanakan praktek mahasiswa harus terlebih dahulu membersihkan debu di dalam ruangan. Selain itu juga peralatan praktek ternyata tidak disimpan di laboratorium sehingga harus diambil terlebih dahulu yang tentu saja dapat menyita waktu kuliah. Untuk kedepannya pihak UPM Politeknik Pajajaran agar dapat memperbaiki lagi Laboratorium Teknik Elektronika D1 menjadi lebih baik lagi dari sebelumnya.



2. Untuk dosen-dosen Teknik Elektronika hendaknya tidak melebihi jadwal yang telah ditentukan apabila akan memberikan mata kuliah.
3. UPM Politeknik Pajajaran hendaknya lebih meningkatkan lagi kualitas pendidikannya agar dapat mencetak lulusan-lulusan yang berkualitas sehingga dapat bersaing dengan lembaga-lembaga pendidikan lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

File:///C:/My Documents/gas sensor ati.htm

File:///C:/My Documents/water ati c15.htm

Jack Chou, *Gas Sensor Selection Guide*, International Sensor Technology, Industrial Hygiene, 2000

Bill Sawka, *New Types of toxic sensors widden monitoring applications*, [www.biosystem.com/biobull/vol6iss2/newtoxic.htm](http://www.biosystem.com/biobull/vol6iss2/newtoxic.htm)  
[www.analyticaltechnology.com](http://www.analyticaltechnology.com)