

**ANTISIPASI PT. PUPUK KALTIM TERHADAP
BAHAYA KEBOCORAN SYSTEM TANKI
PENYIMPAN AMONIAK
(Model Kajian Tanggap Darurat)**



Tesis

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai Derajat Sarjana S-2 pada
Program Studi Ilmu Lingkungan**

**Moch. Susiyanto
L4K005018**

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG ~ 2007**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANTISIPASI PT. PUPUK KALTIM MENGHADAPI BAHAYA
KEBOCORAN SYSTEM TANGKI PENYIMPAN AMONIAK**

Disusun Oleh

Moch. Susuyanto
L4K005018

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada tanggal 22 Juni 2007
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Ketua

Dr. Ir. Purwanto, DEA

.....

Anggota

1. Ir. Danny Sutrisnanto, M.Eng

.....

2. Dr. Ir. Setia Budi Sasongko, DEA

.....

3. Ir. Agus Hadiyanto, MT

.....

Mengetahui
Ketua Program
Magister Ilmu Lingkungan

Prof. Dr. Sudharto P. Hadi, MES

RIWAYAT HIDUP



Moch Susiyanto, Lahir di Kendal, 1 Nopember 1956. lulus Sekolah Dasar di Kendal, tahun 1969. Sekolah Menengah Pertama di Boja tahun 1972, melanjutkan Sekolah Teknik Menengah di Temanggung tahun 1975 selanjutnya melanjutkan pendidikan pada Akademi Perindustrian Yogyakarta tahun 1979. melanjutkan pendidikan S-1 di Universitas Tri Dharma Balikpapan tahun 1994. selanjutnya mengikuti pendidikan S-2 di Universitas Diponegoro Semarang. Sejak bulan Januari 1984 bekerja di PT. Pupuk Kaltim yang dimulai bekerja di Departemen Operasi dan kemudian di Biro K3LH sampai sekarang.

Status keluarga memiliki seorang istri dan tiga orang anak masing-masing anak pertama Niken Primaya (20 tahun), kedua Leilan Kreniaji (17 tahun) dan ketiga Moch Tri Anjas Aji. (8 tahun) .

Dari Doaku :

- Tuhan kumohon kekuatan, dan Tuhan memberiku kesulitan-kesulitan untuk diselesaikan
- Tuhan kumohon kasih sayang, dan Tuhan memberiku orang-orang susah yang harus ditolong
- Tuhan kumohon kemakmuran dan Tuhan memberiku otak dan tenaga untuk bekerja

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Allah SWT, atas Rahmat dan Karunianya, sehingga tesis ini dapat disusun untuk memenuhi syarat memperoleh Derajat Sarjana S2 pada Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Dalam penyusunan tesis ini penulis mengambil judul tentang “Antisipasi PT. Pupuk Kaltim Terhadap Kebocoran Sistem Tangki Penyimpan Amoniak”

Latar belakang judul ini adalah betapa pentingnya mengamankan manusia dari kemungkinan bencana besar yang ditimbulkan oleh bocornya amoniak dari sistim tangki penyimpanan. Untuk itu faktor-faktor penyebab yang memungkinkan terjadinya kebocoran harus diketahui dan diantisipasi agar dapat dilakukan pencegahan dan penanggulangan yang lebih tepat.

Pada kesempatan ini Penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Sudharto P. Hadi, MES. Ketua Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro, yang telah banyak memberikan arahan selama menempuh kuliah hingga tersusunnya tesis ini .
2. Dr. Purwanto, DEA. Selaku dosen pembimbing sekaligus ketua Tim penguji yang telah banyak memberikan bimbingan ,arahan ,dan masukan selama menempuh kuliah, melakukan penelitian,melakukan konsultasi hingga tersusunnya tesis ini ..
3. Ir. Danny. S, MEng. Selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan dan masukan selama menempuh kuliah hingga tersusunnya tesis ini .
4. Ir. Agus Hadiyanto, MT. Selaku sekretaris Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro, sekaligus dosen dan penguji yang telah banyak memberikan dorongan,masukan dan arahan sehingga terwujudnya tesis ini .
5. Dr. Setia Budi, DEA. selaku dosen dan penguji yang telah banyak memberikan pengajaran dan masukan selama menempuh kuliah ,sehingga tersusunnya tesis ini.
6. Ir. Suhardi Rahman,Ir.Sutarman HD,Msi.dan Ir.Djoko SP. Selaku Manajemen PT Pupuk Kaltim yang selalu memberikan dukungan,bantuan moril maupun meril serta kesempatan bagi penulis dalam menempuh kuliah hingga tersusunnya tesis ini.

7. Drs. Edy Suhartono dan segenap pengelola Program Magister Ilmu Lingkungan dan rekan-rekan Hastomo, Fitri, Donny, Eva dan Sulis serta Teguh Wahyudi yang membantu untuk terselesainya tesis ini.
8. Para dosen pengampu mata kuliah yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dalam menerapkan ilmu lingkungan ditempat kerja maupun di masyarakat.
9. Teman-teman di Biro K3LH PT. Pupuk Kaltim yang telah membantu dan mendukung terlaksananya penelitian dan penyusunan tesis ini.
10. Segenap anak istri yang telah mendorong dan turut berjuang dalam menempuh kuliah dan terselesaikannya tesis ini.

Penulis berharap tesis ini akan berguna bagi pembaca khususnya dan bagi Manajemen PT. Pupuk Kaltim dalam meningkatkan dan memperbaiki masalah Lingkungan dan Keselamatan Kerja.

Penulis menyadari atas keterbatasan-keterbatasan yang dimiliki penulis. Untuk itu kritik dan saran membangun penulis harapkan serta tak lupa penulis mohon maaf atas segala kekurangan yang ada.

Semarang, April 2007

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN		i
HALAMAN PERNYATAAN		ii
RIWAYAT HIDUP		iii
KATA PENGANTAR		iv
DAFTAR ISI		vi
DAFTAR TABEL		ix
DAFTAR GAMBAR		x
DAFTAR LAMPIRAN		xi
ABSTRAK / INTISARI		xii
ABSTRACT		xiii
BAB I	PENDAHULUAN	
1.1	LATAR BELAKANG	1
1.2	RUMUSAN MASALAH	6
1.3	TUJUAN PENELITIAN	7
1.4	MANFAAT PENELITIAN	7
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	
2.1	CEMARAN UDARA OLEH GAS AMONIAK	9
2.2	CEMARAN BADAN AIR OLEH AMONIAK	13
2.3	TINJAUAN UMUM PENCEMARAN UDARA.....	14
2.4	STABILITAS ATMOSFER	17
	
2.5	KECEPATAN ANGIN	19
2.6	DAMPAK PEMAPARAN AMONIAK TERHADAP MANUSIA	25
2.7	SISTEM PENYIMPANAN AMONIAK DALAM TANKI	28
2.8	SISTEM REFRIGERATION	29

2.9	SISTEM MANAGEMEN LINGKUNGAN.	30
2.10	KESELAMATAN KERJA.	32
2.11	PRODUKSI BERSIH	46
2.12	LIMBAH AMONIAK PT. PUPUK KALTIM	52
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN	57
3.2	JENIS PENELITIAN	57
3.3	TEKNIK PENGUMPULAN DATA	58
3.4	INSTRUMENT PENELITIAN	59
3.5	TEKNIK ANALISA DATA	59
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	SEJARAH KEGIATAN PT. PUPUK KALTIM	61
4.2	PROSES PRODUKSI PT. PUPUK KALTIM	72
4.3	TANKI AMONIAK STORAGE	75
4.4	DASAR FILOSOFI DESAIN OPERASI SYSTEM TANGKI AMONIAK	76
4.5	DESAIN KONSTRUKSI TANKI PENYIMPAN AMONIAK	80
4.6	SISTEM KERJA REFRGERATION	83
4.7	PERALATAN SISTEM TANKI.	87
4.8	DATA EQUPEMENT SISTEM AMONIAK LIQUIFACTION F- 3001	90
4.9	URUTAN PROSES OPERASI SYSTEM TANGKI PENYIMPAN AMONIAK	89
4.10	IDENTIFIKASI BAHAYA AMONIAK.	92
4.11	PAPARAN AMONIAK OLEH KEGIATAN PEMERIKSAAN TANGKI.	97
4.12	PAPARAN AMONIAK AKIBAT KEBOCORAN SISTEM TANKI F-3001	98
4.13	PAPARAN AMONIAK DARI KEGIATAN TERPROGRAM	102
4.14	EVALUASI KELEMAHAN EXISTING	110

BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	KESIMPULAN	129
5.2	SARAN	129
BAB VI	DAFTAR PUSAKA	130
LAMPIRAN		131

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1	Kelas stabilitas atmosfer dan koefisien difusi berdasarkan <i>Pasquill-Gifford (Fronza et al)</i> .	18
Tabel 2-2	Arah Angin	22
Tabel 4-1	Kapasitas produksi dan Gudang penyimpanan	61
Tabel 4-2	Zonasi area dermaga	66
Tabel 4-3	Data Jumlah Karyawan Pabrik / Non Pabrik	67
Tabel 4-4	Data jumlah karyawan pabrik	68
Tabel 4-5	Desain data dari temperature udara	77
Tabel 4-6	Kondisi Normal Operasi sistem tangki.	79
Tabel 4-7	Hubungan antara konsumsi udara pernafasan terhadap kegiatan	115
Tabel 4-8	Kebutuhan O ₂ terhadap beban kerja	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1	Lokasi Amoniak Storage Tank	8
Gambar 2-1	Pola Sebaran Amoniak	12
Gambar 2-2	Pola kecepatan angin	24
Gambar 4-1	Peta zonasi	64
Gambar 4-2	Flow sheet operasional tangki	85
Gambar 4-3	Flow sheet unload amoniak dari tangki	100
Gambar 4-4	Usulan modifikasi tangki	110

DAFTAR LAMPIRAN

1. HAZARD & OPERASIBILITY STUDY (HAZOPS)	1-7
2. CHECK LIST PEMERIKSAAN MENYELURUH TANKI AMONIAK STORAGE	8-9
3. FLOW SHEET PENGOSONGAN TANKI F-3001	10-13
4. PROSEDUR TANGGAP DARURAT	14-23
5. LOG SHEET SISTEM TANKI	24-26

ABSTRAK

PT. Pupuk Kaltim mengolah gas alam menjadi amoniak dan urea, memiliki dua buah tangki penyimpan amoniak masing-masing berkapasitas 26000 ton. alam penyimpanan amoniak mendapat perlakuan teknik khusus, gar tidak terjadi kebocoran yang membahayakan manusia dan lingkungan. Jika terjadi kebocoran diperlukan penanggulangan cepat dan evakuasi terpadu.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor penyebab kebocoran amoniak dan penyusunan model tanggap darurat yang lebih baik dan tepat serta upaya-upaya menentukan langkah pencegahan kebocoran amoniak serta dapat melakukan evaluasi terhadap kebutuhan sarana pendukung dan penyempurnaan prosedur tanggap darurat yang ada saat ini .

Penelitian ini menggunakan metode deskriptis , dengan cara meneliti data yang ada , melihat gambar dan kondisi lapangan serta memperhatikan pengalaman kejadian, baik di PT Pupuk Kaltim maupun diluar. Selanjutnya membandingkan dengan standart, peraturan perundangan dan teori dalam pustaka.

Hasil dan pembahasan meliputi temuan kelemahan yang memiliki potensi kebocoran amoniak yang mengarah pada terjadinya bencana kecelakaan industri/tanggap darurat ,sarana pendukung pelaksanaan tanggap darurat saat ini masih banyak kekurangan yang perlu dilengkapi baik jumlah maupun jenisnya. Demikian pula terhadap prosedur tanggap darurat perlu disempurnakan dengan model yang sangat mendekati pada keadaan yang sesungguhnya dan dimulai dengan tanggap darurat kelompok-kelompok kecil.

Abstraction

PT. Pupuk Kaltim to process natural gas become the ammonia and urea, has two ammonia storage tank, the capacity of each tank is 26000 tons. depository nature of ammonia get treatment of special technique, gar don't happened the leakage endanger the environment and human. If happened leakage needed prevented quickly and evacuate inwroughtly.

this Research purpose is to know the factors the cause of leakage of ammonia and compilation of model listen carefully the precise and better emergency and also efforts determine the preventive action leakage of ammonia and also can do the evaluation to requirement of supporter medium and completion of procedure listen carefully the emergency in this time .

This research use the method deskriptis , by checking the data , see the field condition and picture and also pay attention experience of occurence, either in PT Pupuk Kaltim and outside. Hereinafter compare with standart, regulation of invitation and theory in book.

Result and solution cover the weakness finding have the potency leakage of the ammonia instruct [at] the happening of accident disaster industri/response emergency , medium supporter of execution listen carefully the emergency in this time still many needed insufficiencies to equip the good sum up and his type. That way also to procedure listen carefully the emergency needed to complete with the model very come near in the situation truthfully and started by listening carefully the small groups emergency.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Sebagai suatu industri petro kimia PT. Pupuk Kaltim menyadari akan adanya resiko bahaya yang sangat potensial seperti kebakaran, peledakan dan pencemaran lingkungan. Bahaya yang memungkinkan dapat berdampak luas adalah apabila terjadi ledakan atau kebocoran pada tanki amoniak.

Amoniak adalah bahan baku pembuatan urea, dalam pabrik terdapat kelebihan amoniak yang kemudian di tampung dalam tanki khusus penyimpan amoniak.

Amoniak merupakan zat yang sangat valatile dengan titik didih normal -33°C pada tekanan atmosferis. Untuk mendapatkan amoniak dalam kondisi cair, dan mempermudah dalam penyimpanan dan pengangkutan, maka terhadap gas amoniak diberlakukan proses tekanan tinggi dengan suhu rendah melalui bantuan compressor, sehingga gas amoniak menjadi cair.

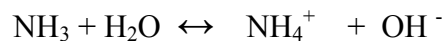
Uap yang terbentuk akibat panas lingkungan dan uap yang terbawa dari saluran pemasukan berada di bagian atas dalam tanki diambil dan diproses pada compressor untuk dicairkan kembali.

Amoniak sendiri merupakan bahan racun yang dapat menyebabkan iritasi pada kulit, mata dan tenggorokan, sedangkan pada tingkat konsentrasi rendah (<25 ppm) paparan amoniak relative tidak berbahaya.

Untuk melindungi karyawan dan masyarakat sekitar dari kemungkinan adanya paparan amoniak ke udara, maka secara rutin bagi laboratorium kimia PT. Pupuk Kaltim menganalisa gas pencemar secara rutin ke lokasi-lokasi sumber pencemar di pabrik dan area sekitar, termasuk ke lokasi pemukiman penduduk.

Namun hal yang dikhawatirkan bagi semua adalah kegagalan operasi maupun faktor lain yang menyebabkan terlepasnya gas amoniak ke udara dalam jumlah besar yang dipastikan dapat mengakibatkan kecelakaan industri.

Faktor lain yang paling beresiko tinggi adalah jika tanki tersebut meledak/pecah dan apalagi bila terjadi pada keduanya, maka lingkungan akan menerima dampak yang sangat serius baik terhadap manusia maupun terhadap perairan sekitar, Amoniak memiliki 2 spesies kimia yaitu NH_3 (dalam bentuk gas) dan NH_4^+ (dalam bentuk terionisasi). Dalam air kedua spesies ini berada dalam keseimbangan.



Amoniak yang merupakan gas tak berwarna dan berbau menyengat, mudah dicairkan dan kelarutannya di dalam air sangat tinggi, satu bagian volume air akan melarutkan 1,30 bagian volume NH_3 . Pada suhu kamar dan tekanan 1 atm. Amoniak berbentuk uap dan pada temperature -33°C amoniak berbentuk cair.

Gas amoniak merupakan gas yang *toksik* dengan nilai ambang batas di udara untuk 8 jam kerja adalah 25 ppm, sifat lain adalah merupakan gas yang higroskopis, mudah menyerap air dan mempunyai kelarutan terhadap air dengan semua komposisi didalam air, sebagian amoniak terionisasi menjadi ion NH_4 dan sebagian lagi masih berupa NH_3 bebas yang berada dalam keseimbangan dengan ionnya yaitu NH_4 dan OH . Adanya ion OH menjadikan pH perairan yang terpapar akan menjadi basa dan besarnya tergantung dari jumlah OH yang terbentuk, dimana semakin pekat dan banyak amoniak dalam air akan semakin tinggi OH nya dan semakin tinggi pula NH_3 bebasnya.

Bahaya terhadap manusia yaitu pada konsentrasi $\text{NH}_3 = 90$ ppm, pH mencapai 11 dan ini merupakan racun (*toksik*), sebagai gas amoniak menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan, mata dan kulit.

Accident oleh karena bocornya *anhydrous* amoniak dapat berakibat kerusakan-kerusakan berantai yang prosesnya dapat sangat cepat terjadi. Demikian pula bila sejumlah *anhydrous* amoniak bebas di udara dan mencapai volume gas amoniak 16-17%, maka dapat timbul ledakan

(*explosion*) ledakan ini menjadi sumber api terhadap semburan amoniak yang keluar dengan tekanan tinggi. Kebakaran amoniak akan segera meningkatkan suhu sekitar dan memacu kebakaran lain. Bila suhu kritis dilampaui tanpa ledakan, maka suhu sekitar akan meningkat secepatnya yang dapat mencapai suhu *auto ignition* pada 651°C . Bila ini terjadi sudah pasti akan merupakan bahaya besar.

Penyebaran gas amoniak yang sangat cepat ditentukan juga oleh *expansi ratio* amoniak yang besarnya 850 kali. Gas amoniak yang ringan akan naik keatas menjauhi permukaan bumi dan disebarkan oleh aliran udara ke suatu permukaan yang lebih luas.

Semua pihak mungkin akan kesulitan mengambil langkah-langkah penyelamatan, karena semua rangkaian kejadian berlangsung dengan cepat. Untuk itu kebijakan paling tepat dan utama adalah melakukan upaya-upaya pencegahan ditunjukan kepada keselamatan manusia, keselamatan pabrik dan instalasi serta lingkungan.

PT. Pupuk Kaltim, memiliki 2 buah tanki penyimpanan amoniak yang masing-masing berkapasitas 26.000 ton, salah satu tanki adalah F-3001, tanki ini sebagaimana tanki T-101 adalah didesain dengan bentuk selinder berdinding tunggal (*single wall*). Dibuat oleh Chicago Bridge & Iron Company (CBI) tahun 1981 dan commissioning dilakukan pada tahun 1982 dengan media amoniak cair dari container dan dari kapal sebanyak ± 2000 ton. Sedangkan untuk pengisian awal adalah dari produksi pabrik amoniak Kaltim-1 yang dilakukan pada tahun 1984.

Letak geografi PT. Pupuk Kaltim yang berbatasan dengan laut, maka jika terjadi kebocoran tanki amoniak yang dalam jumlah besar dimana incinerator tidak dapat mengamankan, maka tidak bisa dihindari selain paparan amoniak ke udara terhadap badan airpun akan terkena dampak yang tidak kecil.

Prinsip dasar penyimpanan amoniak dalam tanki adalah untuk tetap menjaga agar amoniak tetap dalam kondisi cair saat penyimpanan, dengan menjaga tekanan dalam tanki mendekati atmosferik pada temperature -33°C .

Selama disimpan dalam tanki tersebut, kondisi amoniak dipertahankan dalam keseimbangan yaitu adanya panas yang masuk dan berada diatas kesetimbangannya, panas tersebut akan digunakan untuk menguapkan sejumlah amoniak yang ada, yang disebut dengan proses evaporasi. Selanjutnya uap yang terbentuk dalam tanki melalui unit compressor dikompresi dan diembunkan secara terus-menerus dengan kecepatan tertentu. Hal ini akan menekan kenaikan tekanan dalam tanki yang membahayakan. Unit compressor yang menekan dan mengembunkan uap amoniak ini disebut system refrigerasi.

Aspek keselamatan manusia harus mendapat perhatian penuh khususnya dalam menghadapi kemungkinan bocornya amoniak yang tak terkendali. PT Pupuk Kaltim memiliki karyawan dalam jumlah besar yakni 1222 orang karyawan pabrik dan 1176 orang karyawan non pabrik, ditambah dengan adanya karyawan perbantuan yang jumlahnya 406 orang karyawan perbantuan pabrik dan 754 orang orang perbantuan non pabrik. Langkah penyelamatan harus telah diprogramkan secara matang dan diantisipasi dari semua aspek yang dapat menimbulkan bahaya besar berupa bocornya sistim tangki penyimpan amoniak.

Lingkungan terdekat dari lokasi tangki penyimpan amoniak adalah perairan laut, dimana perlu mendapat perlindungan terhadap pencemaran. Air merupakan salah satu senyawa kimia yang penting dalam kehidupan dan peradapan manusia di bumi ini. Hal ini sebabkan oleh jumlah air yang banyak, sifat-sifat kimia dan fisika dari air yang sangat unik dan peranannya yang penting dalam proses biologi.

Parameter fisika digunakan untuk menentukan kualitas air yang meliputi cahaya, suhu, kecerahan/kekeruhan, warna, konduktifitas, salinitas dan lain-lain. Untuk itu perairan laut sekitar dan limbah industri, perlu diukur salinitasnya. Salinitas adalah konsentrasi total ion yang terdapat diperairan (Boyd, 1988). Salinitas menggambarkan padatan total dalam air setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida.

Dengan kondisi yang seperti sekarang, PT. Pupuk Kaltim tetap memiliki sumber bahaya potensial yang menjadi ancaman bagi keselamatan semua. Adanya amoniak ditampung dalam tanki penyimpanan dengan kapasitas yang sangat besar dan dalam kondisi saat ini, baik dilihat dari design tanki serta beberapa kelemahan-kelemahan lain termasuk prosedur tanggap darurat yang ternyata masih banyak yang belum memahami serta safety awareness karyawan yang masih perlu ditingkatkan. Bukan tidak mungkin jika terjadi kecelakaan industri dapat dipastikan banyak korban yang jatuh upaya penyempurnaan teknik, perbaikan standart operasional prosedur dan kesiapan alat pelindung diri serta penanganan limbah baik amoniak cair yang mampu memapari udara. Harus ditangani dengan baik tidak jauh dari lokasi pabrik terdapat pemukiman penduduk dan perumahan karyawan yang pula harus mendapat perlindungan bahaya paparan amoniak.

Dalam era keterbukaan seperti saat ini, berkaitan dengan warga semakin berani menyampaikan pendapatnya, lebih-lebih mengenai bahaya oleh karenanya aspek-aspek legal seperti penerapan ISO-14001 tentang lingkungan hidup, SMK3 tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja serta ISO-9000 yang berharap kualitas dan kehandalan operasional pabrik tetap terjaga baik, patut terus dilaksanakan dan ditingkatkan.

Peristiwa yang terjadi di PT. Petro Widada di Kawasan Industri Petrokimia Gresik, 20 Januari 2004 yang lalu harus menjadi pelajaran kita semua. Karena telah timbul korban harta/materi dan jiwa manusia serta trauma bagi penduduk sekitar. Harus ditarik benang merah dengan kata kunci apakah semua system yang ada telah benar-benar handal.

Namun hendaknya kita boleh meniru di Negara Jepang yang rawan gempa, apa yang terjadi saat gempa, ternyata penduduk telah siap dan telah dilatih bagaimana menyelamatkan diri, sehingga ketika benar-benar terjadi gempa, korban jiwa sangat kecil bahkan dapat dikatakan tidak ada. Sesuai hasil penelitian ini ternyata bahwa kondisi-kondisi yang dapat menimbulkan kebocoran/paparan amoniak dari sistim tangki : Pertama adalah dari kegiatan terprogram dari perusahaan dan gangguan yang disebabkan oleh

kondisi tidak aman dan tindakan yang tidak aman, yang selanjutnya berdampak pada manusia/tenaga kerja, lingkungan dan aset lain. Kedua, upaya-upaya teknik yang sudah disiapkan seperti adanya unit kompresor cadangan, adanya Emergency Diesel Generator sebagai cadangan supply tenaga listrik, pembuatan Tanggul (dike) disekeliling tangki, desain konstruksi sistim pemagaran dan lain-lain masih banyak ditemukan kelemahan. Ketiga, berdasar hasil daftar pertanyaan yang disebar ternyata masih banyak karyawan pabrik yang relatif dekat dengan sumber bahaya kebocoran amoniak, masih banyak yang tidak mengerti tentang prosedur tanggap darurat.

Dari hasil wawancara terhadap mereka yang belum mengerti ternyata karena mereka tidak pernah membaca prosedur-prosedur yang sudah ada diperpustakaan masing-masing unit kerja dan kurangnya sosialisasi atasan, serta kurang konsen terhadap K3 khususnya dalam menghadapi bahaya-bahaya yang ada.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Kondisi saat ini ternyata PT. Pupuk Kaltim masih memiliki permasalahan dalam menangani ancaman bahaya, khususnya terhadap sistim penyimpan amoniak, yaitu :

1. Masih adanya faktor-faktor penyebab kebocoran sistim tangki penyimpan amoniak yang belum diketahui.
2. Masih perlunya Upaya-upaya peningkatan teknik untuk mengamankan tanki dari kemungkinan meledak / bocor.
3. Belum semua karyawan memahami prosedur tanggap darurat.

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Secara garis besar penelitian ini bertujuan untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya kecelakaan industri yang berdampak luas terhadap masyarakat maupun lingkungannya.

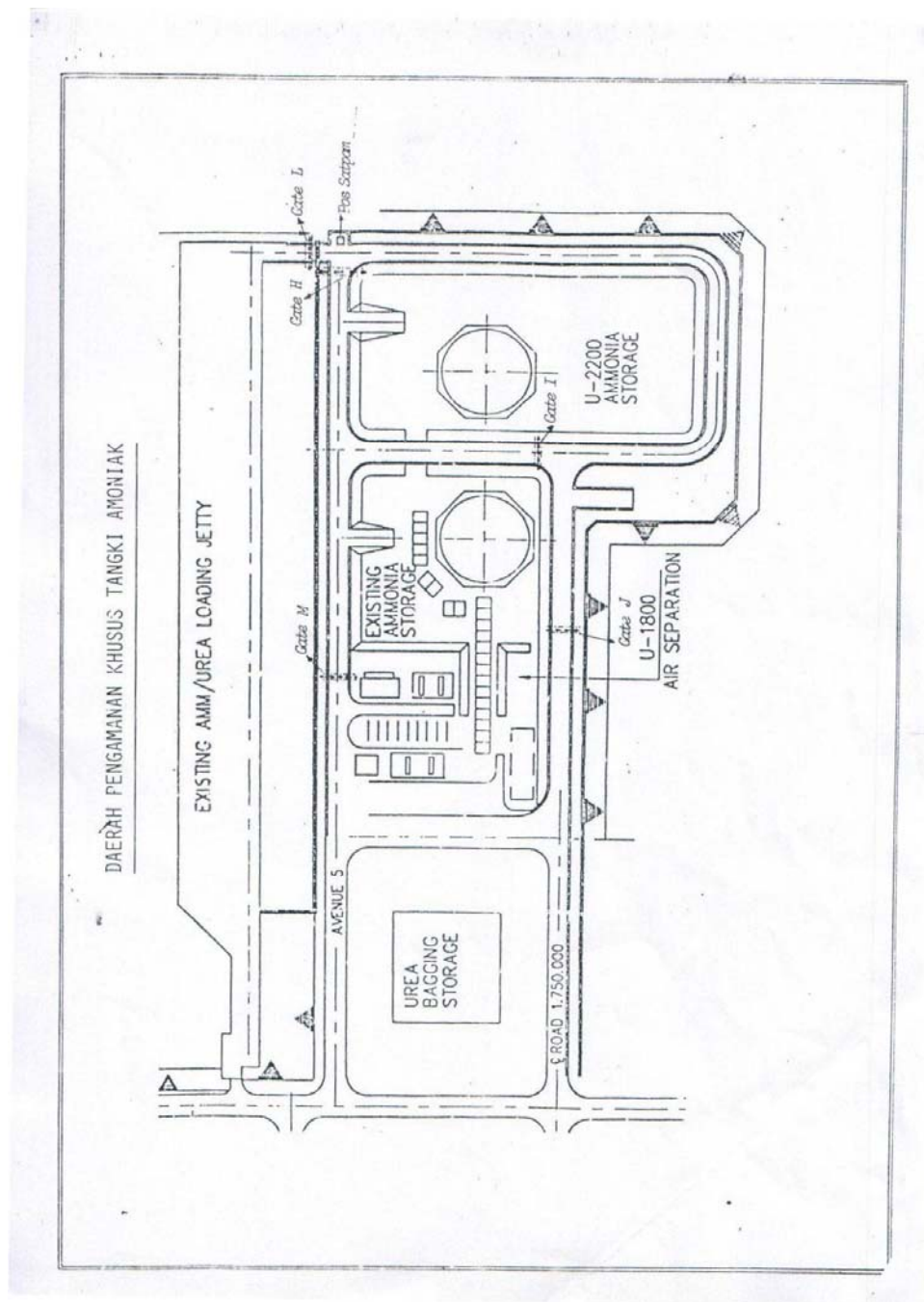
1. Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kebocoran / keluarnya amoniak dari dalam tanki yang berakibat pada gangguan yang membahayakan.
2. Evaluasi sarana pendukung dan prosedur penanggulangan kecelakaan industri.
3. Penyusunan model tanggap darurat yang lebih baik di PT Pupuk Kaltim yang disebabkan oleh bahaya kebocoran sistim tanki penyimpan amoniak,.

1.4. MANFAAT PENELITIAN

Setelah diketahui permasalahan dan tujuan pada penelitian ini, maka di peroleh manfaat sbb :

1. Dapat digunakan untuk penyempurnaan *SOP (standart operation prosedure)* operasional pabrik yang lebih aman.
2. Dapat mengidentifikasi ancaman bahaya dari sistim tanki penyimpan amoniak.
3. Dapat mengetahui kelemahan sistim tanggap darurat yang sudah berjalan selama ini .
4. Dapat ditetapkan peralatan-peralatan baku dan sarana penunjang untuk keselamatan dan kelancaran dalam penyelamatan.
5. Dapat mengetahui kelemahan kelemahan dari existing sistim tanki penyimpan selanjutnya dapat memberikan saran masukan untuk penyempurnaan.
6. Dapat mengukur kesiapan koordinasi tindakan dan pelaksanaan menghadapi kejadian yang sesungguhnya.
7. Manfaat umum.
 - Menciptakan rasa aman bagi pekerja dan masyarakat sekitar.
 - Semua karyawan menjadi tahu tentang bahaya amoniak dan tata cara penyelamatan diri.
 - Memperkecil jumlah korban.

LOKASI AMONIAK STORAGE TANK



gambar 1-1 Lokasi Amoniak Storage Tank

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA.

2.1. CEMARAN UDARA OLEH UAP AMONIAK.

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-50/MENLH/11/1996 Tentang Baku Tingkat Kebauan (“Kepmen LH No.50/1996”) diatur dan ditentukan hal-hal sebagai berikut:

2.1.1. Ketentuan Umum:

- a. Kebauan adalah bau yang tidak diinginkan dalam kadar dan waktu tertentu yang dapat mengganggu kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.
- b. Baku tingkat kebauan adalah batas maksimal bau dalam udara yang diperbolehkan yang tidak mengganggu kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.
- c. Zat odoran adalah zat yang dapat berupa zat tunggal maupun campuran berbagai macam senyawa.

2.1.2. Kajian Hukum terhadap Kepmen LH No.50/1996 :

- a. Baku tingkat kebauan untuk odoran tunggal dan campuran, metoda pengukuran/pengujian dan peralatan adalah sebagaimana tersebut dalam Lampiran Keputusan ini (Pasal 2).
- b. Setiap penanggung jawab usaha atau kegiatan wajib : (Pasal 5 Ayat (1):
 - Mentaati baku tingkat kebauan yang telah dipersyaratkan.
 - Mengendalikan sumber penyebab bau yang dapat mengganggu kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.
 - Menyampaikan laporan hasil pemantauan tingkat kebauan sekurang-kurangnya 3 (tiga) bulan sekali kepada Gubernur, Menteri, instansi yang bertanggung jawab di bidang pengendalian dampak lingkungan dan instansi teknis yang membidangi kegiatan yang bersangkutan serta instansi lain dipandang perlu.

PT. Pupuk Kaltim sebagai penghasil Amoniak sangat berpotensi untuk terkena peraturan ini, dimana maksimal paparan yang di perbolehkan

untuk kebauan ini adalah 2 ppm amoniak untuk waktu 24 jam di pemukiman.

Lingkungan udara merupakan ruang diatas permukaan bumi yang disebut atmosfer, Kajian tentang lingkungan udara identik dengan *meteorologi*, yakni keseluruhan dari ilmu-ilmu yang mempelajari tentang atmosfer. Dalam kaitan dengan proses pencemaran uap amoniak atmosfer berfungsi sebagai media penyebaran prolusion udara.

Gerakan vertical uap amoniak pada lapisan batas (lapisan udara di dekat permukaan tanah) diatur oleh kondisi stabilitas atmosfer atau pelapisan suhu udara, konveksi bebas merupakan factor utama untuk difusi kontaminan ke volume udara yang lebih besar, dan tinggi lapisan pencampuran (*mixed layer* lapisan udara dimana uap amoniakdisebarkan secara turbulensi) merupakan batas atas volume udara.

Untuk memahami dampak negative cemaran amoniak terhadap lingkungan udara, maka perlu diketahui terlebih dulu kualitas udara ambien, yang merupakan tahap awal, sehingga diketahui :

1. Kualitas emisi cemaran dari sumber cemaran amoniak.
2. Proses transportasi, konveksi dan penghilangan cemaran di udara.

Kualitas udara ambient ini akan menentukan dampak negative cemaran udara terhadap kesehatan karyawan, masyarakat dan lingkungannya.

Teori-teori untuk mendapatkan pendugaan tentang pencemaran baik secara kualitas maupun kwatitas dilakukan seperti :

- a. Model Kotak hitam (kwalitatif)

Polutan (uap amoniak) yang terdistribusi dianggap homogen dan mengalir ke atas membentuk kolom udara.

- b. Model Gaussian (kwantitatif)

Bahwa pada kenyataannya dispersi polutan sesungguhnya tersebar kesegala arah dengan konsentrasi bervariasi, mengingat kondisi atmosfer yang sangat kompleks. Model *Gaussian* dapat digunakan untuk

memperkirakan besarnya konsentrasi polutan (gas). Di suatu posisi dan emisi diam maupun dari sumber emisi bergerak.

2.1.3. POLA SEBARAN AMONIAK AREA PT. PUPUK KALTIM

Amoniak dalam tangki pada level 100 %

$$= \frac{\text{Jumlah amoniak dalam tangki} \times 22,4 \text{ m}^3/\text{kmol}}{17 \text{ kg/kmol}}$$

$$= \frac{26000.000. \text{ kg} \times 22,4 \text{ m}^3/\text{kgmol}}{17 \text{ kg/kmol}}$$

$$= (1.529.412 \text{ kmol}) \times (22,4 \text{ m}^3/\text{kmol})$$

$$= 3,4 \times 10^7 \text{ m}^3$$

Jika batas konsentrasi aman gas amoniak di udara adalah 25 ppm, maka volume campuran amoniak –udara adalah :

$$(3,4 \times 10^7 \text{ m}^3) : (V \text{ m}^3) = 25 \times 10^{-6} \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

$$\text{maka } V = (3,4 / 25) \times (10^{13} \text{ m}^3)$$

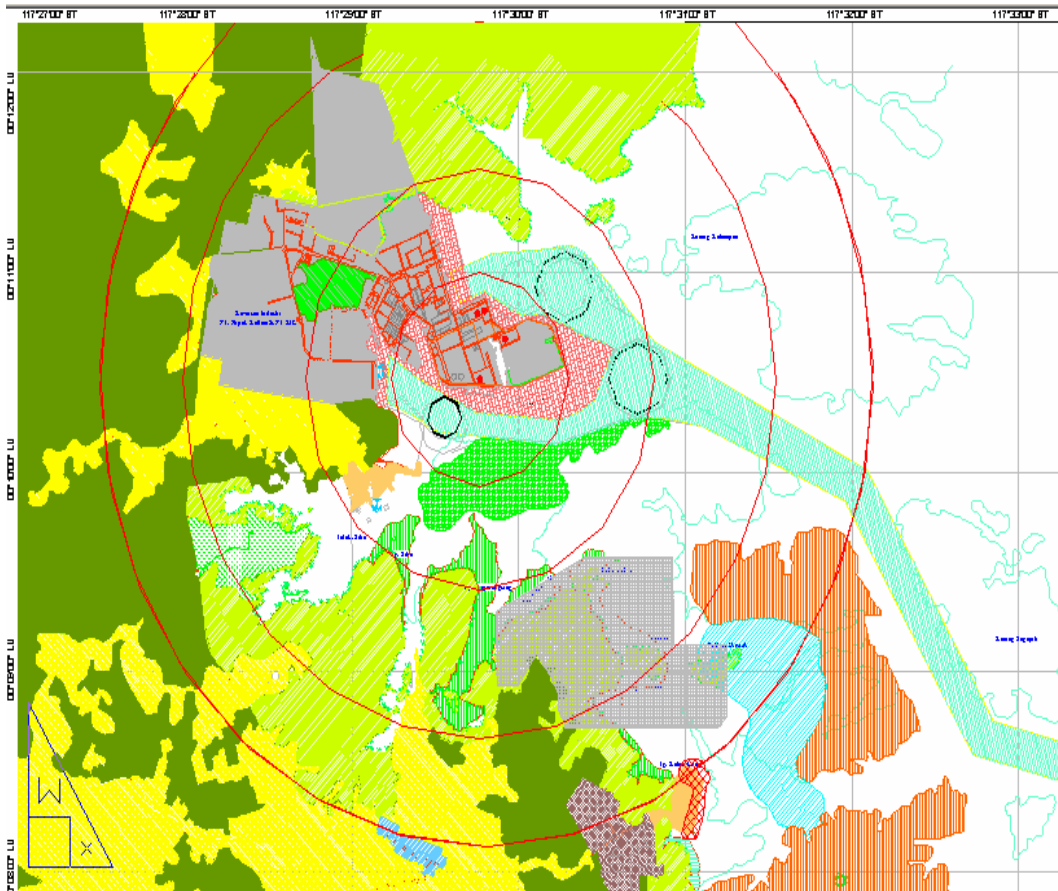
$$= 1.36 \times 10^{12} \text{ m}^3$$

Jika pola paparan berbentuk lingkaran dengan campuran yang homogen, jari-jari lingkaran tersebut adalah :

$$\frac{1}{2} \times \frac{3}{4} 3 \pi r^2 = 1.36 \times 10^{12} \text{ m}^3.$$

$$r = \sqrt[3]{(0.65 \times 10^{12} \text{ m}^3)}$$

$$= 8.662 \text{ m}$$



(gambar 2-1.) POLA SEBARAN AMONIAK AREA PT PUPUK KALTIM

(sumber: survey Biro K3LH. PKT)

Pola sebaran gas amonia diudara dari sumber tangki penyimpanan amonia yang berkapasitas 26000 ton. berdasar asumsi kondisi atmosferik yang stabil. jarak 8.662 m dari titik lokasi keberadaan tangki dan pada kondisi udara pada posisi calm, jika dilihat dilihat dari peta zonasi maka titik sampai untuk konsentrasi 25

ppm adalah sudah berada di daerah pemukiman penduduk artinya sudah dinyatakan sebagai "Kecelakaan Industri Tingkat"

2.2. CEMARAN BADAN AIR OLEH CAIRAN AMONIAK.

Air merupakan salah satu senyawa kimia yang penting dalam kehidupan dan peradapan manusia di bumi ini. Hal ini disebabkan oleh jumlah air yang banyak, sifat-sifat kimia dan fisika dari air yang sangat unik dan peranannya yang penting dalam proses biologi.

Seorang filsafat dan ilmuwan dari Yunani bernama Thales (640-546 B.C) menyatakan bahwa air adalah suatu senyawa di antara beberapa senyawa lainnya yang dapat hadir dalam 3 fase yakni, Gas, Cair, dan Padat, Keganjilan lain yaitu dapat terapung dalam air bentuk cair. Karakteristik suatu badan air oleh karena pencemaran (amoniak) harus mencakup ketiga komponen tersebut.

Parameter fisika digunakan untuk menentukan kualitas air yang meliputi cahaya, suhu kecerahan/kekeruhan, warna, konduktivitas, peralatan total, padat, terlarut, peralatan tersuspensi dan salinitas. Semua bromida dan iodida digantikan oleh klorida dan semua bahan organik telah di oksidasi, salinitas dinyatakan dalam g/kg atau permil.

Untuk mengetahui parameter kimia, sering di digunakan sbb :

- Berat atom, yaitu berat atom dari suatu unsur yang didasarkan pada berat atom isotop C 12 sehingga standart.
- Berat molekul, yaitu berat atom total dari semua atom yang terdapat dalam molekul.
- Berat equevalen, yaitu perbandingan antara berat molekul dan jumlah nol dari ion H⁺.

Jika amoniak masuk ke badan air maka yang terukur adalah amoniak total (NH₃ dan NH₄⁺), amoniak bebas tidak dapat terionisasi, sedangkan ammonium (NH₄⁺) dapat terionisasi. Pada pH 7 atau kurang, sebagian besar amoniak akan mengalami ionisasi, sebaliknya pada pH lebih dari 7 amoniak tidak terionisasi dan bersifat racun terhadap organisme dan sifat racun ini

akan meningkat jika terjadi penurunan kadar O_2 terlarut. pH dan suhu. Ikan tidak dapat bertoleransi terhadap kadar amoniak bebas yang terlalu tinggi, karena dapat mengganggu proses pengikatan O_2 oleh darah yang pada akhirnya dapat mengakibatkan “Sufokasi”. Amoniak bebas, tak dapat diukur secara langsung.

2.3. TINJAUAN UMUM PENCEMARAN UDARA

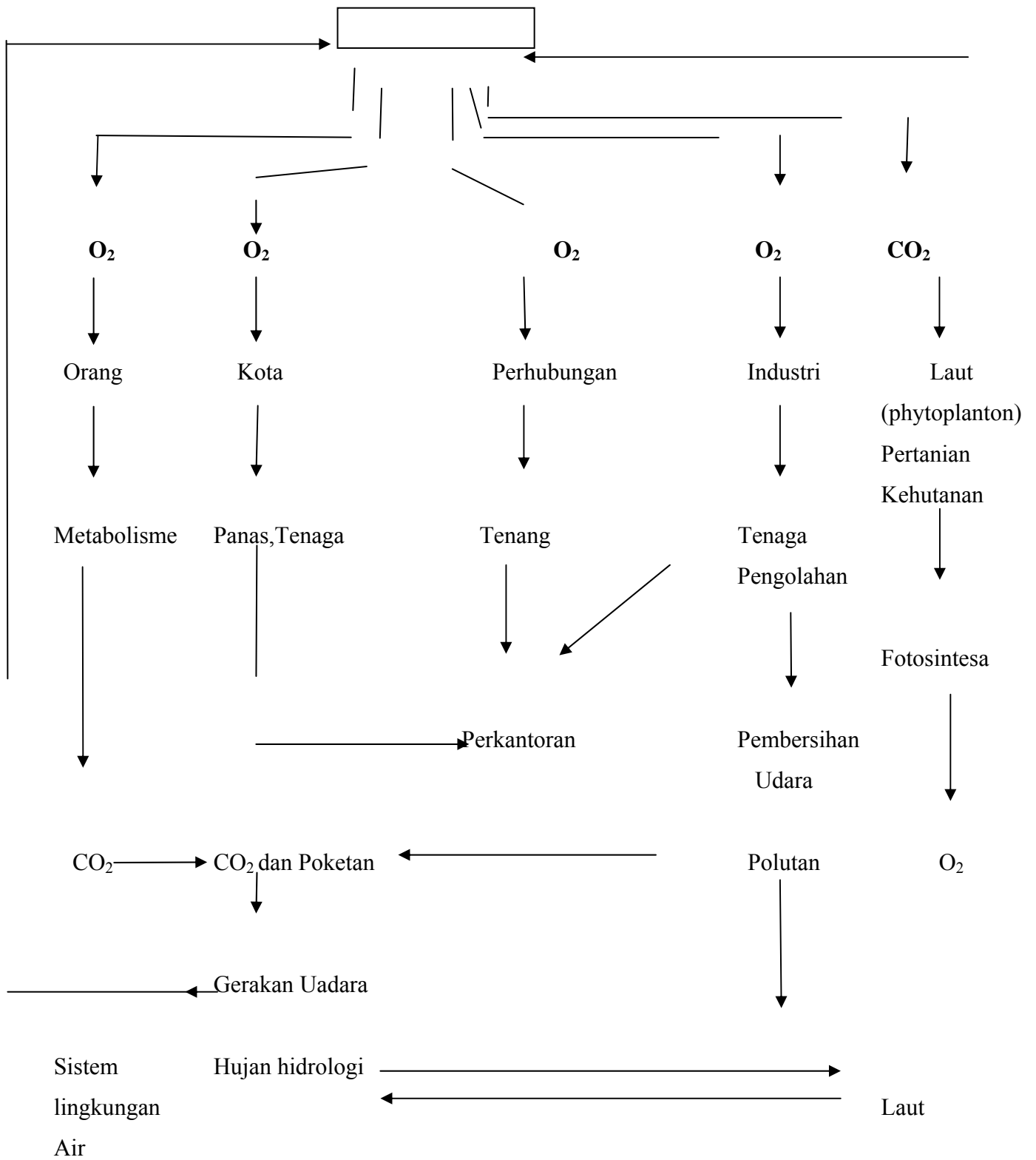
Atmosfer merupakan tempat penyimpanan dari semua jenis pencemar baik berupa gas, cair maupun padat, karena itu pencemaran dapat merugikan kehidupan. Masalah polusi udara berkaitan erat dengan factor *meteorology*, terutama dalam hal pemindahan polutan dari sumbernya kearah penerima. Pencemaran udara lokal biasanya dapat dihamburkan atau dapat dihindari oleh adanya sirkulasi udara umum, tetapi kemungkinan besar pencemar tersebut akan diendapkan di tempat lain. Peran atmosfer pada pencemaran udara ialah bertindak sebagai yang menyingkirkan pencemar udara, tetapi adakalanya justru bertindak sebagai sumber pendaaran (perputaran) kembali dari pencemar tersebut.

Sebagian unsur-unsur atmosfer sangat penting bagi kehidupan manusia, sebagian tidak vital dan tidak berbahaya dan sebagian dapat merugikan bahkan berbahaya bagi kehidupan baik langsung maupun tidak langsung. Masuknya zat-zat beracun ke dalam atmosfer yang sangat merugikan dan berbahaya bagi manusia atau hewan. Pengalaman menunjukkan bahwa meskipun suatu sumber mengemisikan pencemar tiap hari tetapi kadang-kadang udara nisbi bersih dan adakalanya malahan terjadi sebaliknya udara menjadi sangat kotor. Jadi jelas di sini bahwa konsentrasi pencemar yang berada dipermukaan tanah bergantung pada kondisi cuaca dan iklim setempat.

Konsentrasi polutan bergantung pada jumlah dan jenis polutan yang dikeluarkan oleh sumber emisi, konfigurasi sumber emisi, dan kondisi meteorology. Atmosfer sendiri memiliki kemampuan untuk mendispersikan dan mendifusikan polutan baik secara vertical maupun horizontal. Pada

kondisi meteorologi jelek (lapisan *inverse* rendah dan angin sedang atau lemah) polutan akan didispersikan secara perlahan-lahan yang mengakibatkan konsentrasi polutan setempat tinggi. Pada kondisi meteorologi baik (atmosfer tidak stabil dan angin kencang) polutan didispersikan secara cepat, baik secara vertical maupun horizontal yang menyebabkan pengeceran konsentrasi polutan dan bahkan penyebaran lebih lanjut. Faktor-faktor meteorologi utama yang mempengaruhi konsentrasi polutan adalah tinggi campuran, arah dan kecepatan angin, dan stabilitas atmosfer.

Sistem Udara Lingkungan digambarkan sebagai berikut :



(Berdasar Chanlett, 1973)

Data iklim sekunder di PT. Pupuk Kalimantan Timur di Bontang, didasarkan pada pengukuran yang dilakukan stasiun meteorologi setempat dalam hal ini unit usaha Laboratorium, data yang diukur terdiri dari : Suhu udara, kelembaban nisbi, Kecepatan angin, arah angin, tekanan barometrik, curah hujan.

Distribusi frekuensi dua arah dari kecepatan dan arah angin distribusi ini menggambarkan frekuensi angina utama dan angina tenang. Angin digolongkan dalam 8 arah dan 4 kelas kecepatan yaitu : 0 (tidak ada dalam data pengukuran) : 1-3 knot : 4-6 knot, dan 7 knot. Apabila frekuensi kejadian arah dan kecepatan angin diketahui, maka dapat diperkirakan konsentrasi polutan rata-rata bulanan berdasarkan kecepatan dan arah angin dominant sebagaimana terlihat dalam mawar angin (*wind rose*).

Stabilitas atmosfer (stabilitas atmosfer seharusnya diperoleh dari pengukuran udara atas dengan bantuan “radiosonde tambat” (*thethered radisonde*) namun karena tidak tersedia data, hal ini diperkirakan dengan penentuan menurut kelas *stabilitas Pasquill* (1961).

2.4. STABILITAS ATMOSFER

Stabilitas atmosfer mempunyai peranan penting dalam disperse polutan dan pengenceran kadar polutan oleh pembersihan udara atas. Stabilitas atmosfer ditentukan oleh profil suhu vertikal (yaitu laju penurunan suhu, dan disebut “*lapse rate*”), dan variabilitas angin “*lapse rate*” adibatik kering. Jenis-jenis stabilitas “*lapse rate*” diklasifikasikan menurut *Pasquill* (1961) sebagai berikut :

- A. Kondisi sangat tidak stabil.
- B. Kondisi stabil.
- C. Kondisi tidak stabil ringan.
- D. Kondisi netral.
- E. Kondisi stabil ringan.
- F. Kondisi stabil.

Tabel 2-1

Stabilitas atmosfer	Kelas Stabilitas	Lapse Rate (K/100m)	Koefisien Difusi (K) M² / dt
Sangat tak stabil	A	< - 1,9	250
Stabil	B	- 1,9 s/d - 1,7	100
Tidak stabil ringan	C	- 1,7 s/d - 1,5	30
Netral	D	- 1,5 s/d - 0,5	10
Stabil ringan	E	- 0,5 s/d 1,5	3
Stabil	F	> 1,5	1

Kelas stabilitas atmosfer dan koefisien difusi berdasarkan *Pasquill-Gifford* (Fronza et al).

Apabila pengamatan langsung dari variabilitas angin dan stabilitas atmosfer tidak tersedia, biasanya digunakan kategori stabilitas seperti yang diusulkan oleh pasquill (1961). Pada umumnya stabilitas atmosfer ditentukan oleh “*lapse rate*” (dT / dZ) dengan bantuan pengukuran.

Apabila udara adalah lembab, maka konsentrasi polutan berkurang, karena sebagian polutan, terutama bahan higroskopis akan bertindak sebagai inti kondensasi atau bereaksi dengan uap air di dalam atmosfer.

Dalam hal inverse suhu (kebaikan dari “*lapse rate*”), maka semua gerakan vertical dan turbulensi menjadi tertahan dan polutan yang terjebak pada lapisan inverse akan tidak lagi terdispersi. Sebaiknya, emisi polutan yang terjadi diatas lapisan inverse biasanya tidak akan mencapai permukaan tanah. *Inversi* diatas bertindak sebagai penahan antara lapisan campuran dan udara bebas di atasnya.

Pada pagi dan sore hari, atmosfer umumnya stabil, dan sebaliknya diatas jalan-jalan beraspal pada tengah hari, atmosfernya tidak stabil. Kondisi tidak stabil cenderung mempercepat dispersi polutan dan mengurangi kadar polutan, sedangkan kondisi stabil cenderung memperlambat dispersi

polutan dan meningkatkan kadar polutan. Pada kondisi netral kadar polutan adalah lebih kecil dari kondisi stabil.

2.5. KECEPATAN ANGIN.

Diantara unsur-unsur cuaca lainnya, angin merupakan unsur yang paling aktif dalam hal disipasi polutan. Analisa angin, dalam studi ini, meliputi distribusi frekwensi dua arah dari kecepatan dan arah angin, yang dipantau oleh stasiun cuaca yang berada di sekita PT. Pupuk Kalimantan Timur. Anginya biasanya adalah tenang sampai lemah pada waktu pagi, sedangkan setelah tengah hari angin menjadi lemah sampai kuat.

Variasi angin, baik kecepatan maupun arahnya, akan mempengaruhi konsentrasi polutan. Sebagaimana ditunjukkan oleh mawar angin (*Windroses*) dalam bulan Januari, Pebruari, Maret, April, Juli, sehingga bulan Desember, baik siang maupun malam. Mawar angin (*windroses*) secara diagram menggambarkan perubahan arah dan kecepatan angin dengan waktu pada kawasan tertentu. Sebuah "*windroses*" terdiri dari sejumlah garis, yang ditarik dari pusat lingkarannya, dan mengarah sesuai dengan arah dari mana angin berhembus. Panjang setiap garis menyatakan frekwensi angin dari arah yang bersangkutan. Angka yang tertera pada pusat "*windroses*" menggambarkan berapa kali angin tenang terjadi. Setiap "*windroses*" angin berhembus lebih sering pada satu arah ketimbang arah lainnya (angin dominant : arah angin utama pada umumnya dipengaruhi oleh angin musim dari kontinen Asia dan Australia maupun angin local).

Pada kenyataannya angin tidak pernah berhembus secara halus. Kecepatannya berfluktuasi secara tidak beraturan kadang-kadang rebut dan reda (*gust and lulls*), sesuai dengan karakteristik dari semua gerak alami udara. Semua gerak udara adalah turbulen. Intensitas turbulensi bervariasi dengan lingkungannya. Makin besar turbulensinya makin besar penyebaran polutan dari sumbernya. Turbulensinya timbul dari uap penyebab utama. Penyebab pertama turbulensi adalah ketidakstabilan *vertical* udara dan

penyebab kedua adalah adanya hambatan seperti pohon, bangunan, dan sebagainya.

2.5.1. ANGIN PERMUKAAN.

Di PT. Pupuk Kalimantan Timur, disamping angin musim terdapat juga angin darat dan angin laut yang dipengaruhi disperse polutan. Pengembangan industri akan mempengaruhi kondisi lingkungan berupa peningkatan temperature udara yang dapat meningkatkan kekuatan berupa angin local. Hal ini dikarenakan perbedaan temperature darat laut akan menyebabkan perubahan tingkat kecepatan angin, yang merupakan angin permukaan.

2.5.2. ANGIN MUSIN (*MONSON*).

Angin musim dapat digolongkan menjadi 4 musin :

- Monson barat yang bertiup selama periode Desember, Januari dan Pebruari.
- Periode pancaroba pertama terjadi selama periode Maret, April dan Mei, dimana angin musim bertiup berubah-ubah.
- Monson timur yang bertiup selama periode Juni, Juli dan Agustus.
- Periode pancaroba kedua terjadi selama periode September, Oktober dan November, dimana angin musim bertiup berubah-ubah.

2.5.3. ANGIN UTAMA DAN KECEPATAN ANGIN.

- Angin utama (dominant) untuk daerah di PT. Pupuk Kalimantan Timur dapat dilihat pada mawar angin.
- Kecepatan angin rata-rata secara dominant menentukan kekuatan turbulensi lapisan permukaan, karena fenomena turbulensi angin hanya dipengaruhi kecepatan.

- Angin tidak pernah bertiup secara halus, kecepatannya berfluktuasi secara tidak beraturan, kadang-kadang rebut (*gust*) dan reda (*lulls*). Intensitas turbulensi berubah menurut keadaan. Turbulensi tinggi ditunjukkan dengan angin rebut yang berkaitan dengan hujan deras (*shower*) atau badai garuh, dan dengan angin kencang. Jelas bahwa makin besar turbulensi makin jauh polutan akan disebarkan dari sumbernya.

2.5.4. MAWAR ANGIN DAN FREKWENSI DUA ARAH.

- Perubahan arah dan kecepatan angin terhadap waktu pada sebuah tapak (*site*) dapat disajikan secara diagram dalam bentuk sebuah mawar angin, yang menunjukkan statistic klimatologi yang sangat penting dalam studi polusi udara.
- Estimasi akurat disperse polutan dalam atmosfer memerlukan distribusi frekwensi arah dan kecepatan angin. Distribusi frekwensi angin berkaitan dengan besarnya factor yang digambarkan dengan besar dan arah. Untuk menganalisis dan kecepatan dan arah angin dapat direpresentasikan dengan mawar angin.
- Mawar angin di kawasan PT. Pupuk Kalimantan Timur untuk periode rata-rata bulanan selama lima tahun, dimana distribusi kecepatan angin di dalam setiap arah ditunjukkan oleh panjang ruji (*spoke*) stasiun pengamatan. Pusat lingkaran menyatakan prosentase waktu angin tenang, segmen garis pertama menyatakan prosentase waktu untuk kecepatan angin 1-3 knot, segmen berikutnya menyatakan kecepatan 4-6 knot dan segmen terakhir menyatakan kecepatan ≥ 7 knot. Kebanyakan daerah-daerah mempunyai angin dominant yang berarti bahwa angin lebih sering bertiup dalam satuan arah dari pada arah yang lain, dalam hal ini angin dominant menuju arah barat laut.

2.5.5. ANGIN PANDUAN

Angin adalah gerakan udara horizontal yang parallel dengan permukaan bumi. Karena angin adalah besaran factor, maka perlu meninjau arah dan kecepatan angin. Arah angin dinyatakan dalam derajat, seabagi berikut :

Tabel 2-2.

	ARAH		SUDUT
	1	U (N)	Utara
2	TL (NE)	Timur Laut	22,50 – 67,50
3	T (E)	Timur	67,50 – 112,50
4	TG (SE)	Tenggara	112,50 – 157,50
5	S (S)	Selatan	157,50 – 202,50
6	BD (SW)	Barat Daya	202,50 – 247,50
7	B (W)	Barat	247,50 – 292,50
8	BL (NW)	Barat Laut	292,50 – 337,50

Arah angin dalam derajat

2.5.6. KEPULAN ASAP.

Jenis kepulan asap yang keluar dari cerobong pabrik bergantung pada stabilitas udara. Pada hakekatnya ada tiga jenis pola dasar kepulan asap yaitu :

- 2.5.6.1. Ikatan (*looping*), terjadi jika suhu udara berkurang secara cepat bertambahnya ketinggian, kasus ini terjadi dalam kondisi atmosfer labil.
- 2.5.6.2. Kipas (*fanning*), terjadi jika suhu udara bertambah dengan bertambahnya ketinggian, kasus ini terjadi dalam kondisi atmosfer stabil.
- 2.5.6.3. Kerucut (*coning*), terjadi jika suhu berkurang dengan bertambahnya ketinggian, kasus ini terjadi dalam kondisi atmosfer mendekati netral.

Selain ketiga pola dasar kepulan asap tersebut, terdapat pola peralihan, misalnya bentuk asapan (*fumigation*), loteng (*lofting*), dan jeratan (*trapping*).

2.5.7. LAPISAN INVERSI

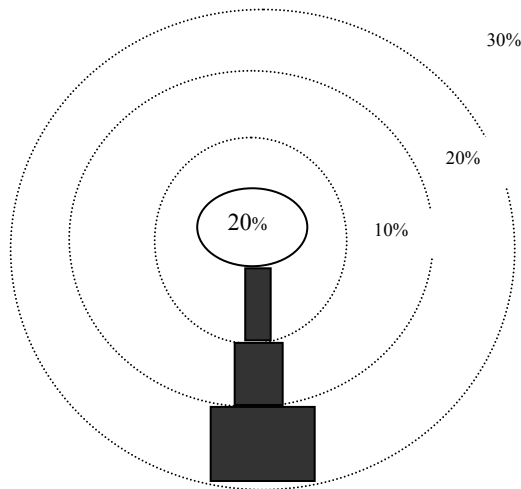
Inverse temperature terjadi bila temperature udara naik dalam lapisan dengan ketebalan terbatas. Inversi adalah lapisan yang sangat stabil, sehingga pertukaran *vertical* dari udara hampir seluruhnya terendam. *Inversi* permukaan terutama terjadi pada malam hari yang tenang (*calm*) bila langit cerah. Jika pendinginan terjadi sepanjang malam hari, maka *inverse* menjadi tebal. Jika udara lembab, maka kabut sering terbentuk, sehingga cuaca berkabut sering dikaitkan dengan nilai tinggi polusi udara

2.5.8. GAYA CORIOLIS

Gaya ini adalah merupakan fungsi rotasi bumi dan kecepatan angin yang dapat diekspresikan sebagai berikut :

$$F_c = 2 v \Omega \sin \phi$$

- Dengan
- F_c : adalah gaya coriolis.
 - Ω : adalah kecepatan sudut rotasi bumi.
 - ϕ : adalah letak lintang geografis.
 - V : adalah kecepatan angin



(gambar 2-2) Pola Kecepatan Angin

2.5.9. ANGIN PANDUAN

Dalam system koordinat (x,y), arah angin dinyatakan dalam komponen utama, yaitu arah Barat-Timur dan arah Selatan-Utara. Karena arah angin bertiup dalam 8 penjuru, maka komponen Barat-timur dari angin panduan dapat ditulis seperti persamaan berikut :

$$V_x = \frac{\sum B - \sum T + 0,707 (\sum bd + \sum Tg + \sum TL)}{n}$$

dan komponen Selatan – Utara

$$V_y = \frac{\sum S - \sum U + 0,707 (\sum BD + Tg) - 0,707 (\sum TL + \sum BL)}{n}$$

Dengan :

- V_x : adalah kecepatan angin paduan dalam arah Barat-Timur
- V_y : adalah kecepatan angin paduan dalam arah Selatan-Utara.
- N : adalah total pengamatan, termasuk angin tenang (calm).

Kecepatan angin paduan (V) diperoleh dari akar jumlah kuadrat komponen Barat – Timur dan kuadrat komponen Selatan – Utara sebagai berikut :

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

Jika angin bertiup separo waktu dari arah dan separo waktu lagi dalam arah yang berlawanan, atau jika angin mempunyai kemungkinan bertiup yang sama dari semua arah, maka kecepatan angin panduan adalah nol.

2.6. DAMPAK PEMAPARAN AMONIAK TERHADAP MANUSIA.

Batasan amoniak terhadap kesehatan adalah sbb :

1. 0,5 ~ 1,0 ppm : bau mulai tercium
2. 2,0 ppm : batas maximal paparan kebauan di area pemukiman secara terus menerus (24 jam) Kep. Men LH Nomor 50/MEN-LH/II/96.
3. 25 ppm batas maximal paparan di area kerja (8 jam) Surat Edaran Menaker Nomor 02/MENAKER/78.
4. 40 ppm : beberapa orang mungkin akan menderita iritasi ringan.
5. 100 ppm : iritasi pada mata dan rongga hidung setelah beberapa menit terpapar.
6. 400 ppm : iritasi berat pada tenggorikan, rongga hidung dan saluran pernafasan atas.
7. 700 ppm : iritasi berat pada mata.
8. 1700 ppm : pemaparan > 30 menit korban akan terbatuk-batuk dan berakibat fatal.
9. 5000 ppm : korban menderita edema serius, tercekik, sesak nafas dan berakibat fatal dalam waktu singkat.

2.6.1. KERUSAKAN TUBUH OLEH AMONIAK.

Bahwa non ionized amoniak berdifusi lebih mudah ke dalam jaringan tubuh dari pada ion ammonium (NH_4). Daya penetrasi amoniak ini cukup kuat dan memiliki efek membakar (*caustic effect*) terhadap jaringan tubuh, tetapi pada konsentrasi yang lebih rendah, amoniak meningkatkan “iritasi”, karena amoniak yang sangat larut dalam air, maka permukaan-permukaan tubuh yang basah yang berkontak dengan amoniak akan teriritasi atau terbakar yang daya keparahannya ditentukan oleh sifat alkali dari amoniak itu sendiri. Larutan 1% amoniak dalam air membuat pH air menjadi 11,7 dan bagian tubuh yang paling mungkin berkontak dan berdampak adalah:

- * Organ saluran pernafasan.
- * Mata
- * Kulit.
- * Mulut dan saluran pernafasan.

2.6.1.1. Sifat biologis amoniak

- Daya penetrasi tinggi terhadap dinding sel
- Sifat alkalisnya (basa), menggelatinkan jaringan → kerusakan diakibatkannya dalam
- Pada kadar rendah bersifat membakar (corrosive and caustic)
- Konsentrasi sedikit di atas ambang batas normal (≥ 25 ppm)
- Gejala : mata perih, berair, terasa panas seperti terbakar, merah
- Kadar < 50 ppm
- Gejala iritasi progresif :
 - ~ mata
 - ~ rongga hidung : terasa perih, panas, meler,
 - ~ saluran napas : napas mulai sesak
- Gejala ;
 - ~ iritasi pada mata, hidung

- Konsentrasi > 50 ppm
 - ~ saluran napas, tenggorokan terasa perih, panas seperti terbakar, sesak, kepala pusing, sampai pingsan / tidak sadar
- Konsentrasi = 1000 ppm
 - Saluran napas membengkak dan menyempit
- Gejala gagal napas
 - ~ sangat sesak
 - ~ nafas terhenti
- Konsentrasi > 1500 ppm → Kematian segera

2.6.1.2. Pengaruh Gas Amoniak Terhadap Saluran Nafas

- Prevalensi (Tingkat kejadian) cukup rendah
- Sedikit ada akibat kronis (retensi amoniak pada sal nafas, paparan 150- 500 mg NH₃/m³)
- Sal nafas dapat menangkap sebagian besar amoniak yang terhirup (paparan 40- 350mg NH₃/m³)
- Karena adanya kelembaban yang tinggi pada sal. Nafas
- Sel sel epitel sal. Nafas berkemampuan turn-over (perbaikan sel) sangat besar

2.6.1.3. Batas-batas pemaparan gas amoniak .

- Nilai Ambang Batas (NAB)
- Kadar suatu bahan kimia/ agent di dalam udara lingkungan kerja selama 8 jam sehari, 40 jam seminggu dengan tidak mengganggu kesehatan tenaga kerja
 - 25 mg/m³ (Indonesia/Dept. Kesehatan RI)
 - 18 mg/m³ (Australia, Netherland, USA, Jepang)
 - 40 mg/m³ (Chechoslovakia)

2.6.1.4. Kadar tertinggi diperkenankan :

Kadar bahan kimia/ agent tertinggi di dalam udara lingkungan kerja, yang diperkenankan dalam waktu singkat dengan tidak menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan

- 80 mg/m³ (Chechoslovakia)
- 36 mg/m³ (Swedia)
- 27 mg/m³ (USA)

2.6.1.5. Aspek kesehatan yang perlu diperhatikan terhadap gas amoniak .

- Sangat iritatif
- Dapat menyebabkan luka bakar bila kontak dengan mata dan kulit
- Bersifat racun bila terhirup melebihi ambang batas yang diizinkan
- Dalam batas-batas yang diizinkan gas amoniak aman bagi kesehatan

2.6.1.6. Gas amoniak dilingkungan kerja PT. Pupuk Kaltim .

- Tidak menimbulkan bahaya pada saluran nafas pekerja
- Fungsi paru karyawan yang terpapar di lingkungan kerja (pabrik) tidak berbeda dengan karyawan di luar lingkungan kerja (pabrik)
- Kadar batas tertinggi gas Amoniak di lingkungan kerja PKT: 11,52mg NH₃/m³. (**Penelitian DR Charles J. Simanjuntak**)

2.7. SISTEM PENYIMPANAN AMONIAK DALAM TANKI.

Prinsip dasar penyimpanan amoniak dalam tanki adalah untuk tetap menjaga agar amoniak tetap dalam kondisi cair saat penyimpanan, dengan menjaga tekanan dalam tanki mendekati atmosferik pada temperature -33^oc. Selama disimpan dalam tanki tersebut, kondisi amoniak dipertahankan dalam keseimbangan yaitu adanya panas yang masuk dan berada diatas

kesetimbangannya, panas tersebut akan digunakan untuk menguapkan sejumlah amoniak yang ada, yang disebut dengan proses evaporasi. Selanjutnya uap yang terbentuk dalam tanki melalui unit compressor dikompresi dan diembunkan secara terus-menerus dengan kecepatan tertentu. Hal ini akan menekan kenaikan tekanan dalam tanki yang membahayakan. Unit compressor yang menekan dan mengembunkan uap amoniak ini disebut *system refrigerasi*.

2.8. SISTEM REFRIGERASI.

Fungsi dari suatu system refrigerasi adalah memindahkan panas dari ruang yang dingin (*Coal Chamber*) dimana temperature lebih rendah dari lingkungan. Bahan kerja refrigerator disebut refrigerant misal : amoniak, freon, etelen, aseton, dan lain-lain. Dalam industri, refrigerasi dipakai untuk mendinginkan ruangan pada proses pemisahan O_2 dan N_2 dari udara.

Prinsip refrigerasi didasarkan pada hukum thermodynamika. Dimana sebetulnya hokum-hukum thermodynamika merupakan hipotesa-hipotesa alam dan didasarkan atas pengamatan kejadian alam, hukum ini membatasi perubahan dalam perpindahan energi. Hukum-1 thermodynamika dikenal sebagai hukum “Kekekalan Energi” yang menyatakan bahwa jumlah energi adalah tetap walaupun dapat berubah atau pindah tempatnya. Sedangkan hukum-II thermodynamika menyatakan bahwa energi panas tidak dapat diubah semuanya menjadi energi mekanis (kerja) tetapi selalu dibarengi dengan pembuangan sebagian panas ketempat lain. Panas akan selalu berpindah dari system yang lebih tinggi temperaturnya ke system yang lebih rendah temperaturnya.

Sistem refrigerasi amoniak storage dimaksudkan untuk menjaga tekanan dan temperature storage tetap rendah. Metode yang digunakan adalah mechanical refrigeration, yaitu refrigerasi dengan cara kombinasi antara kompresi dan penurunan temperature.

Dalam tanki terbentuk uap amoniak yang disebabkan oleh rambatan panas yang masuk dalam tanki. Cairan amoniak terlepas menjadi uap dan

melalui suction compressor uap di isap dan dikompresi secara bertingkat melalui beberapa stage dan diantara stage compressor dilengkapi dengan *intercooler* yang berfungsi sebagai pendingin. Dari hasil compressi beberapa stage dihasilkan tekanan mencapai $18,9 \text{ kg/cm}^2$ dengan temperature 119°c .

Uap amoniak dengan tekanan tinggi yang keluar dari di scharge compressor stage terakhir. Selanjutnya dilewatkan cairan amoniak dengan tekanan tinggi. Cairan ini ditampung dalam amoniak receiver pada kondisi temperature 45°c . Dari amoniak tekanan tinggi secara tiba-tiba tekanan nya diturunkan dengan menggunakan "*Expantion Valve*" jadilah cairan amoniak dengan tekanan rendah yang selanjutnya dikembalikan ke tanki amoniak storage.

2.9. SISTIM MANAJEMEN LINGKUNGAN.

Dalam satu dasawarsa terakhir ini kebutuhan akan suatu sistem standardisasi semakin dirasakan urgensinya. Hal ini mendorong organisasi Internasional di bidang standardisasi yaitu ISO (*International Organization for Standardization*) mendirikan SAGE (*Strategic Advisory Group on Environment*) yang bertugas meneliti kemungkinan untuk mengembangkan sistem standar di bidang lingkungan. SAGE memberikan rekomendasi kepada ISO untuk membentuk Panitia Teknik (TC) yang akan mengembangkan standar yang berhubungan dengan manajemen lingkungan. Pada tahun 1993, ISO membentuk panitia teknik TC 207 untuk merumuskan sistem standardisasi dalam bidang lingkungan. Hasil kerja panitia TC 207 kemudian dikenal sebagai standar ISO seri 14000 (*Lee Kuhre, 1996*).

PT. Pupuk Kaltim telah menerapkan dan melaksanakan ISO -14001 dimana telah berkembang menjadi ISO-14001 versi 2004 . Sejak penerapan telah dilakukan audit baik internal maupun external dan selalu berhasil memperoleh penghargaan Bendera Emas.

Sistem Manajemen Lingkungan merupakan bagian integral dari sistem manajemen perusahaan secara keseluruhan yang terdiri dari satu set pengaturan-pengaturan secara sistematis yang meliputi struktur organisasi,

tanggung jawab, prosedur, proses, serta sumberdaya dalam upaya mewujudkan kebijakan lingkungan yang telah digariskan oleh perusahaan. Sistem manajemen lingkungan memberikan mekanisme untuk mencapai dan menunjukkan performansi lingkungan yang baik, melalui upaya pengendalian dampak lingkungan dari kegiatan, produk dan jasa. Sistem tersebut juga dapat digunakan untuk mengantisipasi perkembangan tuntutan dan peningkatan performansi lingkungan dari konsumen, serta untuk memenuhi persyaratan peraturan lingkungan hidup dari Pemerintah.

Agar dapat dilaksanakan secara efektif, sistem manajemen lingkungan harus mencakup beberapa unsur utama sebagai berikut :

- a. Kebijakan Lingkungan : pernyataan tentang maksud kegiatan manajemen lingkungan dan prinsip-prinsip yang digunakan untuk mencapainya.
- b. Perencanaan : mencakup identifikasi aspek lingkungan dan persyaratan peraturan lingkungan hidup yang bersesuaian, penentuan tujuan pencapaian dan program pengelolaan lingkungan.
- c. Implementasi : mencakup struktur organisasi, wewenang dan tanggung jawab, training, komunikasi, dokumentasi, kontrol dan tanggap darurat.
- d. Pemeriksaan reguler dan Tindakan perbaikan : mencakup pemantauan, pengukuran dan audit.
- e. Kajian manajemen : kajian tentang kesesuaian dan efektivitas sistem untuk mencapai tujuan dan perubahan yang terjadi diluar organisasi (*Bratasida, 1996*).

Dalam hal ini manajemen PT. Pupuk Kaltim melakukan kaji ulang yang bertujuan akhir adalah untuk kontinyu improvmen . Sementara itu di Indonesia ada satu fenomena yang menonjol pada era reformasi ini yaitu timbulnya kesadaran masyarakat akan hak-haknya sebagai warga negara termasuk hak untuk ikut menentukan arah perkembangan masa depan bangsa. Masyarakat sekarang tidak sekedar memiliki kesadaran tersebut

tetapi juga memiliki keberanian dan punya komitmen kuat untuk memperjuangkan hak-haknya yang selama ini agak terabaikan.

Salah satu issue utama yang mendapat perhatian besar adalah pencemaran lingkungan hidup oleh perusahaan-perusahaan industri. Masalah pencemaran lingkungan sebenarnya sudah lama menjadi sorotan masyarakat diberitakan meluas oleh berbagai media massa, tetapi kurang mendapat tanggapan positif dari aparat berwenang. Pada era reformasi ini masalah pencemaran lingkungan tetap mendapat sorotan tajam dari masyarakat dan tuntutan dari masyarakat akan hak-haknya untuk mendapatkan kualitas lingkungan hidup yang sehat semakin keras dikumandangkan.

Sekarang ini pihak perusahaan mendapat tekanan kuat dari dua arah secara simultan yaitu dari luar dan dalam negeri. Dalam situasi demikian, perusahaan jika ingin survive tidak punya pilihan lain, selain meninjau dan mengkaji ulang visi, orientasi dan kebijakan perusahaan terhadap lingkungan hidup. Perusahaan dituntut untuk merubah Sistem Manajemen Lingkungan agar sesuai dengan konsep Pembangunan atau proses produksi yang berwawasan lingkungan.

2.10. KESELAMATAN KERJA

Keselamatan kerja secara filosofis dapat diartikan sebagai suatu pemikiran dan upaya untuk mencari keutuhan dan kesempurnaan baik jasmaniah ataupun rohaniah, tenaga kerja pada khususnya dan manusia (pada umumnya), hasil kerja dan upaya menuju kesejahteraan atau adil makmur.

Keselamatan Kerja secara keilmuan, merupakan ilmu pengetahuan dan penerapannya dalam usaha mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Keilmuan karena diketahui bahwa K3 merupakan suatu yang khusus yang dalam pelaksanaan selalu dilandasi dengan

peraturan perundang-undangan yang juga dilandasi oleh ilmu-ilmu tertentu seperti ilmu teknik dan medik termasuk ekonomi dan sosial.

Undang-undang nomor 1 tahun 1970 adalah undang-undang keselamatan kerja yang diberlakukan di seluruh Indonesia dan wajib diterapkannya. Undang-undang ini mempunyai tujuan :

1. Bahwa tenaga kerja atau orang lain di tempat kerja harus selalu dalam keadaan selamat dan sehat.
2. Sumber-sumber produksi dapat dipakai dan digunakan secara efisien.
3. Proses produksi dapat dijalankan dengan lancar tanpa hambatan.

1. TANGGUNG JAWAB K3.

Siapa yang bertanggung jawab atas K3, apalagi jika terjadi kecelakaan. Ada suatu teori *silogisme* sebagai berikut :

1. Pertama bahwa kecelakaan tersebut terjadi karena ada sebab yaitu tenaga kerja (perbuatan) dan kondisi / keadaan yang tidak aman.
2. Kedua bahwa kerja (perbuatan) dan keadaan yang tidak aman itu ditimbulkan oleh kesalahan manusia bersangkutan dalam hal ini tenaga kerja.
3. Ketiga bahwa kesalahan manusia disebabkan oleh beberapa factor antara lain : lingkungan, kondisi sosial ekonomi, tingkat pengetahuan ketrampilan dan budaya.

Implikasi dari pemikiran diatas bahwa sebetulnya kegagalan manusia itu adalah gagal dalam memanfaatkan lingkungannya. Selanjutnya bahwa kegagalan bukan sepenuhnya di tanggung oleh pelaku tapi oleh semua pihak yang berkepentingan.

Tanggung jawab tenaga kerja dianggap oleh karena kelalaiannya, kecelakaan merupakan kejadian yang tidak dapat ditolak, sehingga penanggulangannya merupakan tanggung jawab perusahaan / managemen, pemerintah dan yang terkait. Pemikiran ini didukung

bahwa sebab musabab dan akibat peristiwa baik langsung maupun tidak langsung akan terkait dengan pihak-pihak tersebut.

2. **KECELAKAAN INDUSTRI .**

Kejadian seperti peledakan di unit proses dan bocornya tanki penyimpanan amoniak, kegagalan *loading-unloading* amoniak, pemaparan zat beracun yang tersimpan di tempat penyimpanan, kebakaran besar yang sulit dikendalikan dan kejadian membahayakan lainnya, adalah merupakan kejadian yang dapat menimbulkan kecelakaan industri.

Mengingat permasalahan yang akan timbul jika terjadi kecelakaan industri, yaitu dengan adanya jumlah karyawan yang bekerja di Pupuk Kalimantan Timur cukup banyak, pemukiman penduduk yang relatif dekat dengan Pabrik, keterbatasan sarana jalan yang melintasi kawasan PT. Pupuk Kalimantan Timur, maka diperlukan penanggulangan kecelakaan industri yang terpadu.

Untuk itu ditinjau dari tingkat resiko akibat kecelakaan industri PT. Pupuk Kalimantan Timur, yang dapat membahayakan keselamatan manusia secara langsung, baik yang berada di sekitar Pabrik maupun jauh dari lokasi kejadian, perlu ditetapkan bahwa kecelakaan industri dibagi dalam dua tingkatan yaitu :

- 2.10.2.1. Kecelakaan Industri Tingkat Dua adalah kecelakaan industri yang derajat resikonya hanya membahayakan karyawan yang berada di area/lokasi Pabrik dan Plant Site.
- 2.10.2.2. Kecelakaan Industri Tingkat Satu adalah kecelakaan industri yang derajat resikonya sudah membahayakan keselamatan semua orang, baik karyawan maupun orang-orang di luar Plant Site.

3. PROSES SAFETY MANAJEMEN.

Proses safety manajemen memiliki 14 elemen program antara lain :

2.10.3.1. *Accountability*

Agar program pengelolaan *process safety* menjadi efektif, adalah sangat penting bahwa tanggung jawab secara jelas diberikan, dan mereka yang diberi tanggung jawab dibuat *accountable*. Tujuan untuk membentuk *accountability* adalah (1) untuk mendemonstrasikan status *process safety* sebagai salah satu fungsi manajemen dalam hubungan dengan tujuan bisnis yang lain dan untuk menekankan pentingnya menentukan kriteria untuk operasi yang selamat dari pabrik kimia, dan (2) untuk memperkuat nilai dari penentuan tujuan keselamatan, yang kemudian dapat digunakan sebagai basis untuk memonitor kinerja dan membuat keputusan bisnis. Beberapa indikator khusus yang menunjukkan bahwa *process safety management accountability* diperhatikan dalam suatu organisasi meliputi:

- Pernyataan kebijakan
- Komitmen manajemen
- Persyaratan prosedur
- Pengukuran kinerja individual

4. PROCESS SAFETY INFORMATION AND DOCUMENTATION (PSID)

Process Safety Information adalah data-data yang menggambarkan proses dan kimianya. Data ini mewakili

apa yang organisasi ketahui tentang basis kimia dan fisika dari proses. Data ini mencakup:

- Bahaya material
- Definisi proses dan kriteria desain
- Basis desain proses dan peralatan
- Dokumentasi keputusan manajemen resiko
- Sistem proteksi
- Kondisi normal dan abnormal
- Bahaya kimia dan kesehatan kerja

PSID akan menjadi fondasi dari pengenalan dan pemahaman bahaya yang terlibat.

5. CAPITAL PROJECT PROCESS DESIGN REVIEW AND PROCEDURES

Capital project adalah perubahan yang melibatkan pengeluaran *capital* . Karena *capital project* mungkin melibatkan perubahan peralatan atau teknologi, *formal safety review* sebaiknya dilakukan. Jumlah dan jenis *project safety review* seharusnya sesuai dengan ukuran, kompleksitas, dan karakter dari project. *Project safety review* adalah elemen yang kritikal untuk memastikan bahwa perubahan besar atau penambahan peralatan atau teknologi dilakukan dengan selamat.

Appropriation request procedure sebaiknya mencakup tinjauan desain keselamatan proses dengan persetujuan yang tepat dari manajemen pabrik untuk berbagai tahap dari perubahan besar yang diusulkan (tahap konseptual, rekayasa dasar, rekayasa rinci, konstruksi dan *commissioning*). Tingkat kedalaman dari setiap tinjauan bervariasi tergantung pada ukuran dan kompleksitas setiap perubahan besar.

6. PROCESS HAZARD AND RISK MANAGEMENT

Process hazard and risk management meliputi identifikasi, evaluasi, dan pengendalian bahaya potensial yang mungkin terkait dengan operasi sekarang, modifikasi, proyek baru, akuisisi, dan kegiatan pelanggan/ *supplier* .

Resiko proses yang harus diidentifikasi, dikurangi, dan dikelola adalah resiko yang berhubungan dengan potensi pelepasan material yang reaktif, eksplosif, beracun, dan mudah terbakar.

Komponen-komponen kunci dari program *process risk management* secara umum meliputi:

- Identifikasi bahaya
- Penilaian resiko operasi
- Pengurangan resiko
- Residual risk management
- Manajemen proses selama keadaan darurat
- Penganjuran kepada klien dan pemasok untuk mengadopsi praktek risk management yang sama
- Pemilihan bisnis dengan resiko yang dapat diterima

7. MANAGEMENT OF CHANGE

Setiap perubahan mewakili penyimpangan dari desain, fabrikasi, instalasi, atau operasi asli dari proses. Perubahan, yang sederhana sekalipun, jika tidak dikelola dengan baik, dapat menyebabkan konsekuensi katastrofik.

Ada tiga jenis perubahan yang sebaiknya dikelola pada fasilitas: teknologi, fasilitas, dan organisasi. Perubahan teknologi menyangkut modifikasi terhadap prosedur atau parameter operasi, penggunaan bahan kimia baru, dan perubahan peralatan. Perubahan fasilitas menyangkut modifikasi yang melibatkan penggantian peralatan dengan penggantian “ *not-in-kind* ”, baik sementara atau permanen. Perubahan organisasi berkisar dari penggantian anggota baru ke penghilangan posisi.

Pada perubahan teknologi, prosedur operasi harus tersedia sebelum proses diubah, dan orang yang terlibat telah diberi *training* . Dokumentasi mencakup *update* dari *process safety information* (seperti gambar P&ID).

Perubahan kecil yang tidak termasuk “ *replacement in kind* ” (seperti penggantian material *trim* dari *control valve*) termasuk sebagai perubahan dan harus ditinjau oleh orang yang *qualified* dan disetujui sebelum fasilitas diubah dan dioperasikan. Definisi dari “ *replacement in kind* ” harus diketahui secara mendalam di dalam organisasi.

Prosedur perubahan personnel meliputi antara lain: petunjuk tentang tingkat minimum pengalaman, keterampilan dan pengetahuan dari masing-masing posisi

dan untuk mereka yang ada di operasi proses berbahaya, *training* untuk pegawai baru (termasuk demosntrasi lapangan) tentang prinsip-prinsip keselamatan proses dan *Process Safety Information* di daerahnya, dan tinjauan periodik tentang kemampuan dari mereka yang bekerja di daerah berbahaya.

8. PROCESS AND EQUIPMENT QUALITY ASSURANCE AND MECHANICAL INTEGRITY

Process equipment integrity harus dipertimbangkan pada semua tahap dari hidup peralatan dari mulai desain awal, fabrikasi, instalasi dan operasi sampai peralatan dibongkar. Element ini mencakup sistem pemastian mutu (QA) selama proses fabrikasi, instalasi, dan perbaikan peralatan, termasuk juga sistem untuk *preventive maintenance* selama hidup peralatan.

Quality assurance memverifikasi bahwa peralatan proses memenuhi standar berikut:

- Difabrikasi sesuai dengan spesifikasi desain
- Dikirim pada tempat yang benar
- Dirakit dan dipasang secara benar

Mechanical Integrity berpusat pada pemeliharaan dan perbaikan integritas sistem untuk menampung/mengolah bahan berbahaya dan mengendalikan bahaya mekanis selama hidup fasilitas. Ini meliputi prosedur *maintenance*, *training* dan kinerja

personel *maintenance* , prosedur *quality control*, dan tes dan inspeksi peralatan.

9. SAFETY LIFECYCLE MANAGEMENT ON FUNCTIONAL SAFETY

Safety lifecycle management adalah pengendalian yang integral dari aktifitas-aktifitas manajemen keselamatan pada setiap fase dari daurhidup keselamatan (*safety lifecycle*). Pengendalian berbasis pada penerapan model daurhidup keselamatan yang terstruktur, yang merupakan kerangka kerja pada mana sistem manajemen keselamatan dibentuk.

Safety lifecycle mensyaratkan agar setiap fase mulai dari fase konseptual dari proyek sampai *decommissioning* , perencanaan keselamatan perlu dibuat untuk menentukan kriteria, teknik, ukuran, dan prosedur untuk memastikan persyaratan keselamatan pada semua proses tercapai, memastikan pemasangan dan *commissioning* peralatan yang baik, memastikan integritas peralatan selama operasi, dan mengelola bahaya proses selama proses *maintenance* .

10. CONTRACTOR AND SUPPLIER SAFETY MANAGEMENT

Pengelolaan kontraktor dan pemasok adalah bagian kritical dari pemastian bahwa pekerjaan dilakukan sesuai dengan prinsip-prinsip yang ada dan praktek yang dipersyaratkan PSM. Kontraktor dan pemasok perlu di *training* untuk mengetahui bahaya dari proses di mana mereka bekerja dan untuk memahami semua prosedur dan aturan keselamatan dari pabrik. Kontraktor harus memastikan bahwa semua pegawainya telah terlatih dan

berkualitas. Manajemen pabrik berkewajiban memastikan bahwa kontraktor dan pemasok memenuhi aturan dan kewajiban mereka.

Isu keselamatan besar yang mendasar pada kontraktor dan pemasok adalah: kemungkinan terjadinya cedera akibat praktek kerja yang tidak selamat, koordinasi pekerjaan yang melibatkan banyak kontraktor, akuntabilitas tertinggi dari semua pekerjaan yang berlangsung di pabrik ada pada manajemen pabrik, tidak adanya pelatihan keselamatan meskipun kemampuan teknis mereka mencukupi, kurangnya kemampuan manajerial dan supervisor terutama pada kontraktor lokal.

Tujuan jangka pendek dari hubungan pabrik dan kontraktor/ *supplier* adalah pemenuhan kontrak dari sisi biaya, kualitas, waktu dan juga keselamatan. Pada jangka panjangnya, kedua belah pihak menginginkan kesinambungan hubungan bisnis yang saling menguntungkan.

2.10.3.9. Human Factor

Human factor memainkan peranan penting dalam banyak kejadian kecelakaan di industri kimia. *Human factor* adalah penerapan apa yang diketahui tentang manusia terhadap desain dari sistem teknikal dan peralatan untuk meningkatkan keselamatan dan produktifitas melalui interaksi manusia-sistem yang efisien dan efektif. Sistem PSM harus mempertimbangkan dampak dari perilaku, kemampuan fisiologikal dan psikologikal yang ada terhadap antarmuka antara manusia dan lingkungan kerja .

11. TRAINING, COMPETENCE AND PERFORMANCE

Proses Safety Management (PSM) mensyaratkan bahwa orang-orang di keseluruhan Perusahaan memahami peran dan tanggung jawab mereka, dan mempunyai pengetahuan dan keterampilan (*skill*) untuk melaksanakan peran dan tanggung jawabnya. Program *training* membantu setiap orang di seluruh organisasi untuk mampu memberikan kontribusi dalam penerapan PSM. Selain itu, penerapan program *training* yang khusus untuk pabrik akan memastikan pegawai memahami bahaya keselamatan proses yang terkait dengan pekerjaan mereka dan perhatian yang diperlukan untuk mencegah kejadian yang tidak diinginkan. Semua program *training* harus terdokumentasi dan sistem umpan balik harus dibuat untuk manajemen pabrik untuk mengevaluasi apakah program *training* memenuhi tujuan dari manajemen untuk operasi yang selamat.

Program *training* sebaiknya didesain secara spesifik untuk berbagai fungsi di dalam pabrik seperti orang teknikal, operator, pegawai *maintenance* , *supervisor* , dan staf SHE. Kursus penyegaran periodik harus dimasukkan ke dalam sistem manajemen. Tidak kalah penting adalah menyediakan sistem di mana perubahan, informasi baru dan pelajaran (*lesson learned*) dari kecelakaan proses kimia selalu dikomunikasikan ke pegawai dan dimasukkan ke dalam program *training* .

Pegawai yang berpengetahuan, mendapatkan *training* yang cukup, dan terampil tidak menjamin operasi yang bebas dari *human error* . Karyawan juga dituntut

untuk secara fisik mampu, secara mental waspada, dan mampu menggunakan pertimbangan (*judgement*) yang baik untuk mengikuti praktek yang ditentukan.

12. INCIDENT INVESTIGATION, COMMUNICATION AND EMERGENCY RESPONSE

Sistem *incident investigation* adalah elemen penting dari *PSM* untuk menentukan penyebab dasar dari *incident* dan dengan demikian mencegah terulangnya *incident* yang sama. Sistem pelaporan dan investigasi semua *incident* harus ada, digunakan dan efektif dalam menentukan penyebab dasar dan mencegah keterulangan. Sistem harus mencakup tindakan untuk mengoreksi kekurangan sistem manajemen dan penyebarluasan temuan dan rekomendasi. Tingkat partisipasi manajemen di dalam investigasi sebaiknya dimasukkan ke dalam sistem investigasi yang ditentukan oleh tingkat keparahan dari kejadian. Jika ada kemungkinan litigasi dari pihak ketiga, hal ini sebaiknya ditinjau oleh bagian legal.

Penanganan informasi yang dihasilkan dari kejadian yang tidak diinginkan memberikan ukuran tentang keefektifan dari sistem *Proses Safety Management (PSM)* Informasi tentang penyebab *incident* tidak hanya memberikan basis bagi tindakan korektif yang baik dan tepat, tetapi juga memberikan pelajaran berguna bagi masa datang, yang mungkin akan membawa perbaikan di dalam sistem manajemen untuk keselamatan proses kimia.

2.10.3.12 .Standards, Codes and Regulations

Sistem manajemen diperlukan untuk memastikan bahawa berbagai publikasi panduan/petunjuk, peraturan, dan standar baik eksternal maupun internal dijaga kebaruannya dan disebarluaskan ke semua departemen dan pegawai. Pada beberapa kasus, program training dan komunikasi perlu dibuat untuk memastikan pemahaman atas peraturan pemerintah dan petunjuk/panduan perusahaan. *Variance procedures* sebaiknya menjadi bagian dari sistem manajemen untuk memastikan bahwa setiap perubahan memenuhi tujuan dari standar, peraturan atau petunjuk dan tidak bertentangan dengan keselamatan proses.

2.10.3.13. *Proces Safety Audits and Corrective Actions*

Tujuan dari program audit yang dilakukan di pabrik adalah untuk memberikan umpan balik terhadap usaha-usaha keselamatan proses seperti menentukan apakah prosedur lengkap, akurat, terbaru dan sesuai dengan peraturan dan praktek keselamatan proses yang baik, atau menentukan status, kemajuan dan keefektifan dari usaha manajemen keselamatan terhadap harapan dan tujuan yang telah dibuat. Tinjauan periodik dan dokumentasi aktifitas pabrik di dalam mengelola keselamatan proses adalah persyaratan dari banyak kebijakan perusahaan.

Program audit terdiri atas pemisahan program *Proces Safety Management* dalam elemen-elemennya dan mengaudit setiap elemennya untuk menentukan tingkat keefektifan aktual terhadap yang diinginkan, pembuatan

tindakan korektif untuk memperbaiki kinerja, dan melaporkan dan mendokumentasikan temuan dan tindak lanjut.

Selain memperbaiki PSM, audit juga merupakan sarana perbaikan aspek operasi, *maintenance*, dan *engineering* dari pabrik.

2.10.3.14. *Enhancement of Process Safety Knowledge*

Sistem manajemen untuk program keselamatan proses kimia sebaiknya mencari perbaikan berkelanjutan di dalam usaha pengelolaan penyimpanan, penggunaan, atau pembuatan bahan berbahaya. Peningkatan pengetahuan manajemen keselamatan proses adalah sangat penting untuk menciptakan program yang dinamis yang membangun pengalaman dan pengetahuan di dalam perusahaan dan memasukkan kemajuan teknologi yang sangat pesat di dalam industri.

Pengetahuan yang perusahaan dapat dari laporan incident, catatan *maintenance*, kasus-kasus, dan analisis kecenderungan kondisi abnormal memberikan informasi dan perubahan dasar yang dapat membantu mencegah kejadian katastrofik. Pengumpulan dan penggunaan informasi ini juga dapat membawa perbaikan keuntungan dan produktifitas. Semua komponen dan elemen dari Proses Safety Management. Memberikan kesempatan perbaikan dan peningkatan manajemen keselamatan proses.

2.11. PRODUKSI BERSIH. (*Cleaner Production*)

PENERAPAN PRODUKSI BERSIH PT PUPUK KALTIM.

Pengelolaan lingkungan menjadi topik yang menarik perhatian banyak bagi perusahaan khususnya industri kimia atau petrokimia.

Dari pihak pemerintah, upaya-upaya diarahkan untuk mengatur kerangka pengelolaan lingkungan nasional secara efektif tanpa menghambat laju pembangunan. Dari pihak perusahaan juga menyadari akan akan hal tersebut dimana menghadapi masalah lingkungan yang semakin kompleks.

Di pihak masyarakat, mereka peduli terhadap resiko-resiko lingkungan dan menyadari bahwa mereka mempunyai hak untuk berinisiatif dan ikut serta dalam pengelolaan lingkungan untuk memperbaiki kinerja pengelolaannya. Di kalangan pengusaha, pada dekade 1990-an timbul pertanyaan penting, yaitu apakah isu lingkungan dapat dimasukkan sebagai faktor positif ke dalam strategi usaha mereka dan bukan sebagai penghambat upaya mereka memperbaiki struktur biaya produk dan/atau jasa.

Strategi pengelolaan lingkungan pada mulanya didasarkan pada pendekatan kapasitas daya dukung (*carrying capacity approach*). Konsep daya dukung ini ternyata sulit untuk diterapkan mengingat kendala-kendala yang timbul dan sering kali harus dilakukan upaya untuk memperbaiki kondisi lingkungan yang kemudian tercemar dan rusak, sehingga menjadi mahal biayanya.

Konsep daya dukung ini ternyata sulit untuk diterapkan mengingat kendala-kendala yang timbul dan sering kali harus dilakukan upaya untuk memperbaiki kondisi lingkungan yang kemudian tercemar dan rusak, sehingga menjadi mahal biayanya.

Strategi pengelolaan lingkungan kemudian berubah menjadi upaya untuk mengatasi masalah pencemaran dengan mengelola limbah yang terbentuk (*end-of pipe treatment*), dengan harapan kualitas lingkungan hidup jsekitar perusahaan menjadi lebih baik dan tidak ada pencemaran.

Pendekatan *akhir-pipa*, yang diperkenalkan sebagai salah satu strategi untuk melindungi lingkungan bukanlah cara yang efektif dalam *hematbiaya*.

Oleh karena itu, merubah strategi dari pendekatan *akhir-pipa* ke pencegahan yang mengurangi terbentuknya limbah dan memfasilitasi semua pihak untuk mengelola lingkungan secara hemat-biaya serta memberi keuntungan baik finansial maupun non finansial.

Konsep pencegahan pencemaran dapat digambarkan sebagai penggunaan proses, praktek, bahan dan energi guna menghindarkan atau mengurangi timbulnya pencemaran dan limbah. Pencegahan pencemaran secara fundamental mengalihkan fokus perlindungan lingkungan dari penanggulangan melalui *endof-pipe* yang reaktif dengan pengolahan pencemaran setelah terjadinya pencemaran ke pemikiran *front-of-process* yang preventif dengan penekanan bahwa pencemaran seharusnya tidak boleh terjadi. Strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat proaktif, preventif dan *front-of-process* dikenal dengan nama Produksi Bersih (*Cleaner Production*).

13. PELUANG PRODUKSI BERSIH

Produksi Bersih adalah suatu program strategis yang bersifat proaktif yang lingkungan. Strategi konvensional dalam pengelolaan limbah didasarkan pada pendekatan pengelolaan limbah yang terbentuk (*end-of-pipe treatment*). Pendekatan ini terkonsentrasi pada upaya pengolahan dan pembuangan limbah dan untuk mencegah pencemaran dan kerusakan lingkungan. Strategi ini dinilai kurang efektif karena bobot pencemaran dan kerusakan lingkungan terus meningkat.

Kelemahan yang terdapat pada pendekatan pengolahan limbah perusahaan secara konvensional adalah :

- Tidak efektif bagi perusahaan dalam memecahkan masalah lingkungan, karena hanya mengubah bentuk limbah dan memindahkannya dari suatu media ke media lain.
- Bersifat reaktif yakni bereaksi setelah terbentuknya limbah.

- Karakteristik limbah perusahaan/pabrik, semakin kompleks dan semakin sulit diolah.
- Tidak dapat mengatasi masalah pencemaran yang sifatnya *non-point sources pollution*.
- Investasi dan biaya operasi pengolahan limbah relatif mahal

2.11.2. PRINSIP PRODUKSI BERSIH BAGI PERUSAHAAN.

- Dirancang secara komprehensif dan pada tahap sedini mungkin. Produksi Bersih dipertimbangkan pada tahap sedini mungkin dalam pengembangan proyek-proyek baru atau pada saat mengkaji proses atau aktivitas yang sedang berlangsung.
- Bersifat proaktif, harus diprakarsai oleh industri/perusahaan dan kepentingan-kepentingan yang terkait.
- Bersifat fleksibel, dapat mengakomodasi berbagai perubahan,

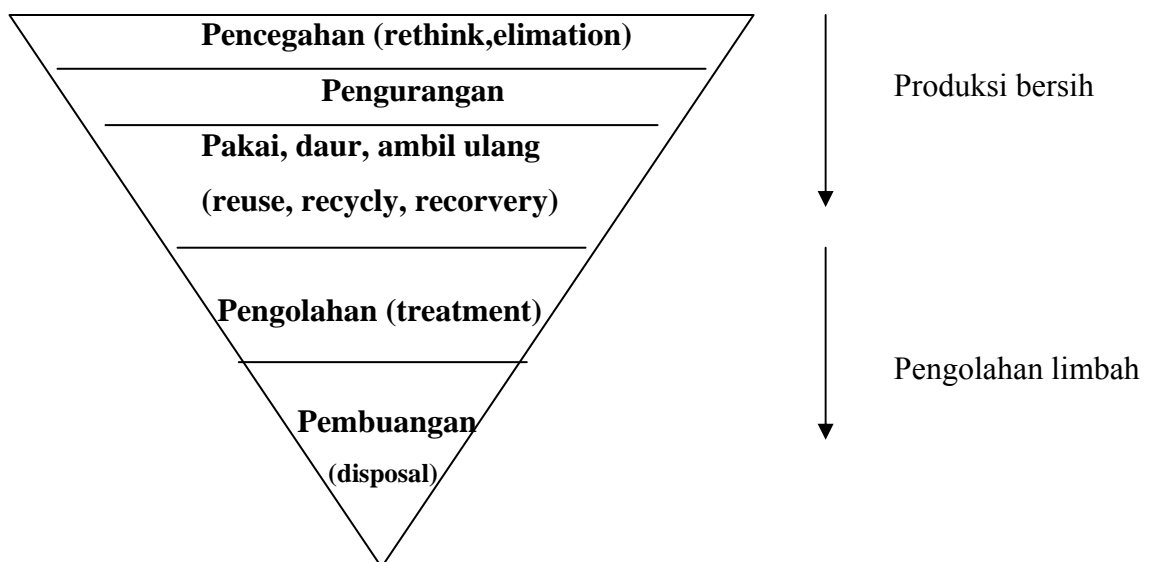
14. PELAKSANAAN PRODUKSI BERSIH

- Mencegah terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan melalui upaya minimisasi limbah, daur ulang, pengolahan, dan pembuangan limbah yang aman.
- Mendukung prinsip pemeliharaan lingkungan dalam rangka daur hidup perusahaan.
- Dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktifitas melalui
- penerapan proses produksi, penggunaan bahan baku dan energi yang efisien.
- Mencegah atau memperlambat degradasi lingkungan dan mengurangi eksploitasi sumber daya alam melalui penerapan daur ulang limbah dan dalam proses yang akhirnya menuju pada upaya konservasi sumber daya alam .
Memberi peluang keuntungan ekonomi, sebab didalam Produksi Bersih terdapat strategi pencegahan pencemaran

pada sumbernya (*source reduction end in process recycling*), yaitu mencegah terbentuknya limbah secara dini, dengan demikian dapat mengurangi biaya investasi yang harus dikeluarkan untuk pengolahan dan pembuangan limbah atau upaya perbaikan lingkungan.

- Memperkuat daya saing produk di pasar global.
- Meningkatkan citra perusahaan dan meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk urea dan amoniak yang dihasilkan.
- Mengurangi tingkat bahaya kesehatan dan keselamatan.

TINGKATAN PRODUKSI BERSIH



2.11.4. Pengolahan (treatment) untuk meminimalkan limbah PT

Pupuk Kaltim.

Minimisasi Limbah :

Upaya untuk mencegah dan/atau mengurangi timbulnya limbah, dimulai sejak pemilihan bahan, teknologi proses, penggunaan materi dan energi dan pemanfaatan produk sampingan pada suatu sistem produksi. Minimisasi limbah dapat dilakukan dengan cara *reduce, reuse, recycle*, dan *recovery*.

REDUCE : upaya untuk mengurangi pemakaian/penggunaan bahan baku seefisien mungkin didalam suatu proses produksi. Juga memperhatikan agar limbah yang terbuang menjadi sedikit.

REUSE : upaya penggunaan limbah untuk digunakan kembali tanpa mengalami proses pengolahan atau perubahan bentuk. **Reuse** dapat dilakukan didalam atau diluar daerah proses produksi yang bersangkutan.

RECYCLE : upaya pemanfaatan limbah dengan cara proses daur ulang melalui pengolahan fisik atau kimia, baik untuk menghasilkan produk yang sama maupun produk yang berlainan. Daur ulang dapat dilakukan didalam atau diluar daerah proses produksi yang bersangkutan.

RECOVERY : upaya pemanfaatan limbah dengan jalan memproses untuk memperoleh kembali materi/energi yang terkandung didalamnya.

Kegiatan minimisasi limbah meliputi :

1. Pencegahan pencemaran yang dikenal dengan nama in-process recycling and reuse atau on-site closed-loop. Bahan kimiawi bergerak hanya didalam produksi khusus dan tidak akan muncul sebagai limbah. Upaya yang dilakukan pada tahap ini reduce, reuse dan recycling.
2. Penanggulangan pencemaran yang dikenal dengan nama out-of-process recycling and reuse atau out-of-loop. Penggunaan kembali bahan atau produk sampingannya oleh manufacturing (meskipun berada dipabrik yang sama) atau melalui sebuah fasilitas diluar (**off-site-facility**) tidak dapat dianggap sebagai pencegahan pencemaran. Alasannya adalah

bahwa pencemaran/limbah telah terjadi (meskipun bahan atau produk sampingan digunakan kembali sebagai bahan baku yang berharga) dan risikonya untuk pekerja, konsumen dalam masyarakat dan lingkungan bertambah karena kebutuhan untuk *out process handling, storage, transportation and reuse*.

Kegiatan penanggulangan dilakukan setelah kegiatan pencegahan sudah tidak dimungkinkan lagi.

Metode 4 R (*Reduce, Reuse, Recycle and Recovery*)

Pada dasarnya ditujukan untuk efisiensi penggunaan materi dan energi, ketidakmurnian dari limbah sehingga dapat digunakan kembali dan pemanfaatan kembali limbah untuk menghasilkan bahan baku sekunder atau memanfaatkan limbah yang semula dianggap tidak berharga menjadi produk lain.

Berbagai teknologi yang digunakan dalam 4 R antara lain :

1. *Absorpsi* (penyerapan).
2. *Filtrasi* (penyaringan).
3. *Clarification* (klarifikasi), suatu atau kombinasi proses yang tujuan utamanya untuk mengurangi konsentrasi bahan padat tersuspensi dalam cairan.
4. *Segregation*, upaya memisahkan suatu limbah (cairan limbah) dari limbah yang lain untuk tujuan pengolahan tertentu. Cara ini dapat mengurangi beban dan biaya pengolahan limbah.
5. *Reverse Osmose* (osmose terbalik) adalah proses pemisahan yang dikembalikan tekanan membran. Proses RO menggunakan membran semipermeable yang dapat melewatkan air yang dimurnikan dan menahan garam-garam terlarut.

6. *Ion exchange* (penukar ion), digunakan untuk merecover drag out dari larutan pembilas encer.

7. *Recovery nutrient* dan *energi*.

8. Bioteknologi

Dengan makin meningkatnya tuntutan untuk melaksanakan produksi bersih dan tidak mencemari lingkungan, maka usaha pencegahan timbulnya buangan bahan yang berbahaya dan beracun sampai ke tingkat minimal merupakan prioritas pertama.

Pertimbangan selanjutnya baru kemungkinan proses daur ulang bahan buangan. Pertimbangan akhir adalah bagaimana mengolah buangan yang tidak dapat dihindari pembentukannya. Dalam hal ini, nilai usaha pencegahan lebih diutamakan dari penanggulangan akibat negatif dari limbah yang terbentuk. Limbah pabrik yang tidak dapat dimanfaatkan lagi diolah melalui berbagai teknik pengolahan limbah, seperti teknik pengolahan secara mekanis, kimia dan biologi.

2.12. LIMBAH AMONIAK PT. PUPUK KALTIM

PT. Pupuk Kaltim merupakan produsen amoniak dan urea terbesar didunia, sehingga memiliki limbah yang cukup besar, terutama saat pelaksanaan program pengosongan tangki amoniak berlangsung. Agar air limbah ini tidak mencemari lingkungan, baik air maupun udara, maka dilakukan proses pengolahan di chemical pound.

Dalam pengolahan air limbah khususnya yang mengandung amoniak, umumnya digunakan metode konvensional yang dalam industri terbagi menjadi 2 (dua) bagian, yakni :

1. Proses pengolahan air limbah Nitrogen Non-biologis.
2. Proses penolahan air limbah senyawa Nitrogen secara biologi.

15. Proses pengolahan air limbah Nitrogen Non-biologis.

Proses ini adalah proses pengolahan air limbah yang tidak memanfaatkan kemampuan mikro organisme dalam mendegradasi senyawa nitrogen. Metode yang dipakai dalam pengolahan ini adalah dengan memanfaatkan sifat-sifat fisis dan kimia dari limbah nitrogen yang diolah, antara lain seperti proses pengolahan dengan pelucutan amoniak.

Pelucutan amoniak merupakan metode penghilangan nitrogen dari limbah yang sederhana dan mudah pengedaliannya. Kelemahan dari proses ini adalah bahwa metode ini hanya memindahkan amoniak dari media air ke media udara, sehingga masih memiliki potensi pencemaran terhadap lingkungan. Dasar dilakukannya pemisahan amoniak secara pelucutan ini adalah adanya keseimbangan amoniak dengan amonium dalam air, sehingga diupayakan kondisi agar amoniak yang lebih banyak, kesetimbangan tersebut dinyatakan dalam persamaan reaksi sebagai berikut :



Parameter yang berpengaruh pada kesetimbangan tersebut antara lain adalah pH. Dengan meningkatkan pH larutan maka kesetimbangan akan bergeser ke kanan yang mengakibatkan meningkatnya kandungan amoniak dan amoniak yang terbentuk dalam bentuk larutan tersebut dapat dipindahkannya dengan mengalirkan udara. Selain pH, temperatur juga merupakan faktor yang berpengaruh dalam proses ini. Efisiensi proses akan menurun apabila temperatur turun sampai 20°C.

Agar terjadi kontak yang intensif antara gas pelucut dan amoniak maka kolom pelucut diisi dengan packing. Faktor lain yang juga berpengaruh, adalah laju alir gas pelucut. Laju alir gas pelucut yang tinggi akan mengakibatkan laju pelucutan, namun

berakibat pada beda tekan yang tinggi, sehingga perlu dibatasi agar tidak terjadi flooding.

16. **Proses pengolahan air limbah senyawa Nitrogen secara Biologis.**

Pengolahan air limbah Nitrogen secara biologis merupakan pengolahan limbah tahap tersier. Tujuannya adalah untuk menghilangkan atau mengurangi kandungan senyawa organik atau anorganik dalam suatu air limbah. Fungsi ini dapat dicapai dengan bantuan mikroorganisme yang dapat mengonsumsi senyawa-senyawa organik dan anorganik untuk membentuk biomassa sel serta memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi untuk metabolisme sel. Proses air limbah secara biologis dibagi dalam 2 (dua) kategori yaitu proses pengolahan secara aerobik dan proses pengolahan secara anaerobik. Proses pengolahan secara aerobik merupakan proses oksidasi dan dekomposisi senyawa organik dalam air limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme *aerobik* dan *fakultatif*.

Proses ini berlangsung dengan kehadiran oksigen. Mikroorganisme mengoksidasi dan mendekomposisi senyawa-senyawa organik melalui reaksi enzimatik sehingga menghasilkan energi untuk metabolisme sel.

Oleh karena mikroorganisme yang digunakan untuk pengolahan limbah secara aerob ini mengonsumsi bahan-bahan organik untuk membentuk biomassa sel organisme yang digunakan tergolong mikroorganisme *heterotropik*.

Proses pengolahan air limbah secara anaerob merupakan proses penguraian senyawa organik tanpa kehadiran oksigen. Proses penguraian tersebut terjadi dalam 4 tahapan, yaitu *hidrolitik*, *asidogenik*, *acetogenik* dan *metanogenik*. Tahapan pertama adalah tahapan hidrolisa senyawa-senyawa polimer seperti polisakarida, protein dan lipid menjadi monomer-monomernya seperti

glukosa, asam amino dan asam-asam lemak oleh mikroorganisme hidrolitik. Tahap kedua adalah penguraian senyawa-senyawa monomer tersebut menjadi asam-asam rantai pendek, alkohol dan keton oleh mikroba asidogenik. Tahap ketiga adalah penguraian asam-asam volatil rantai pendek, alkohol dan keton menjadi asam asetat, karbondioksida dan gas hidrogen oleh mikroorganisme acetogenik. Tahap terakhir adalah penguraian senyawa asetat, karbondioksida menjadi metana oleh mikroorganisme metanogenik.

Dalam pengolahan air limbah yang mengandung senyawa nitrogen, reaksi-reaksi enzimatik yang terlibat diantaranya adalah proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Kedua proses reaksi enzimatik tersebut secara bertahap berperan dalam mengubah amoniak menjadi gas nitrogen.

2.13. RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)

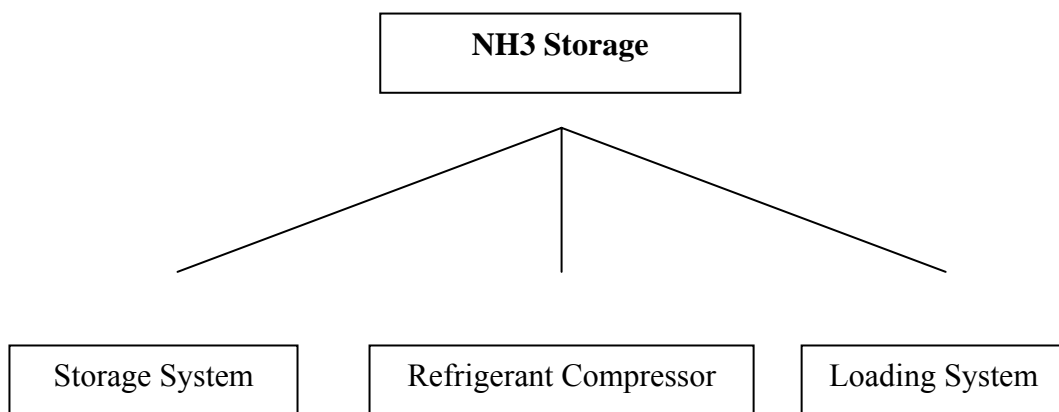
Reliability Centered Maintenance adalah suatu metode untuk menentukan jenis kegiatan maintenance yang tepat untuk menjamin integritas peralatan yang mengikuti pola operator dalam konteks operasional yang terlalu pada saat sekarang, atau juga dapat didefinisikan sebagai segala bentuk aktifitas dalam menjaga peralatan agar berfungsi seperti yang diharapkan sesuai dengan rancangannya.

Sejarah *Reliability Centered Maintenance (RCM)* pada tahun enam puluhan RCM diterapkan di airline industri dengan nama *Maintenance Steering Group (MSG)*. Pada tahun tujuh puluhan konsep maintenance steering group diadopsi oleh pertahanan Amerika dan dinamai *Reliability Centered Maintenance*.

Pada tahun Delapan Puluh sampai Sembilan Puluh konsep reliability centered maintenance diadopsi untuk kepentingan industri lain. Fungsi *Reliability Centered Maintenance* adalah untuk penentuan maintenance program yang optimal yang meliputi pengoptimalan upaya maintenance dengan cara fokus pada tingkat kekritisian fungsi peralatan

dalam system dan menghindari upaya-upaya maintence action yang dirasakan tidak perlu atau tidak efektif lagi.

Menentukan tingkat kehandalan dengan biaya rendah tanpa mengorbankan aspek safety dan lingkungan, disamping itu juga bertujuan untuk meningkatkan maintenance protection yang mengacu pada *failure* atau *repair histories*.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

3.1.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini bertempat di PT. Pupuk Kaltim Bontang – Kaltim.

3.1.2. Waktu Penelitian

Proses penelitian yang akan dilaksanakan diharap dapat selesai dalam 4 (empat) bulan. Yaitu mulai bulan Desember tahun 2006 sampai dengan bulan Maret tahun 2007.

3.2. JENIS PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah survey, sedangkan metodenya adalah deskriptis analitis. Metode analisis deskriptis adalah suatu metode penelitian yang mengambil sample dari suatu populasi dan menggunakan kuisioner sebagai alat pengumpul data. Dalam penelitian ini data dan informasi dikumpulkan dari responden dengan menggunakan kuisioner melakukan penelitian dilapangan, melihat langsung dan mengamati proses operasi. Selain itu dengan dukungan tinjauan pustaka serta peraturan perundangan yang berlaku penulis mencoba melihat kondisi existing selanjutnya mempelajari kondisi-kondisi yang ada kemudian disesuaikan berdasar referensi tersebut, untuk selanjutnya dapat dapat dibuat saran bagaimana seharusnya.

Metode penelitian survey adalah usaha pengamatan untuk mendapatkan keterangan-keterangan yang jelas terhadap suatu masalah dalam suatu penelitian. Penelitian dilakukan secara meluas dan berusaha mencari hasil yang segera dapat digunakan untuk suatu tindakan yang lebih sempurna. Mempelajari sebaran amoniak dan karakteristik bahaya amoniak adalah untuk mengetahui sejauh mana kondisi lingkungan sekitar menerima dampak khususnya terhadap manusia (karyawan) dan lingkungan perairan

sekitar. Tindakan-tindakan apa yang harus dilakukan dan prosedur yang harus diikuti sebagai untuk penyelamatan dalam satu kesatuan tindakan

Sistim Manajemen Lingkungan yang dilaksanakan melalui ISO 14001 apakah telah benar-benar sesuai demikian pula penerapan manajemen Keselamatan dan Kesehatan kerja yang sangat penting dalam melindungi tenaga kerja dan orang lain ditempat kerja. Demikian pula pelaksanaan produksi bersih dimana khususnya jika terjadi kebocoran tangki amoniak. Berkaitan dengan kebocoran tangki disamping masalah operasi juga tak kalah penting adalah kehandalan alat dari sistim tangki penyimpan amoniak tersebut, untuk itu penerapan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* telah dilaksanakan walau belum maksimal.

Berkaitan dengan pengertian metode deskriptis menjelaskan bahwa penelitian ditinjau dari hadirnya variable dan saat terjadinya, maka penelitian yang dilakukan dengan menjelaskan atau yang menggambarkan variable masa lalu dan sekarang (sedang terjadi) adalah penelitian deskriptif.

Hal ini sejalan bahwa yang dikemukakan bahwa metode deskriptif adalah suatu metode dalam meneliti status sekelompok manusia suatu obyek, suatu set kondisi, suatu system pemikiran atau suatu kelas pemikiran ataupun suatu kelas peristiwa pada masa mendatang.

Tujuan penelitian deskriptif ini adalah untuk membuat deskriptif, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai faktor-faktor serta hubungan antar fenomena yang diselidiki.

3.3 TEKNIK PENGUMPULAN DATA :

- 3.3.1. Teknik Observasi, dimana pengamatan dan penelitian suatu gejala dilakukan terhadap karyawan langsung khususnya karyawan yang lokasi kerjanya di area pabrik, baik karyawan organik PT Pupuk Kaltim maupun karyawan kontraktor. Secara langsung khususnya bagaimana respon karyawan yang setelah beberapa kali dilaksanakan latihan tanggap darurat.

- 3.3.2. Data skunder, mencatat data-data teknik dan operasi serta design dan selanjutnya menganalisa data skunder yang telah ada untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan kebocoran amoniak dan seberapa jauh kondisi dari paparan amoniak jika terjadi kebocoran tersebut.
- 3.3.3. Studi Pustaka, untuk mendapatkan hasil penelitian yang ilmiah dan bukan opini peneliti.
- 3.3.4. Mendapatkan kelemahan existing untuk selanjutnya dapat memberikan saran masukan untuk penyempurnaan.

3.4 INSTRUMEN (ALAT PENGUMPUL DATA)

Alat ukur penelitian berbentuk alat dengan tingkat pengukuran nilai jumlah kategori tahu tidak tahu dari responden, Selanjutnya menggunakan Diagram Proses dan instrumentasi, data-data teknik *manufacture*, data pengujian laboratorium dan *standart operation procedore* dari departemen operasi kaltim 1.

3.5 TEKNIK ANALISA DATA

Untuk membahas masalah tanggap darurat, data yang dianalisa meliputi data area dan orang-orang (karyawan) yang potensi terkena dampak atau timbulnya korban.

Hal ini dilakukan dengan identifikasi masalah. Analisa data diartikan sebagai menguraikan atau memecahkan suatu keseluruhan menjadi bagian-bagian atau komponen-komponen yang lebih kecil dengan tujuan mengetahui komponen yang menonjol yang memiliki nilai ekstrim, juga untuk membandingkan antara komponen yang satu dengan komponen yang lain. Tujuan Analisis data diatas adalah bahwa data dapat diberi arti makna yang berguna dalam memecahkan masalah-masalah penelitian.:

- 3.5.1. Memperlihatkan hubungan-hubungan antara kondisi dan fenomena yang terdapat pada penelitian.

- 3.5.2. Memberikan jawaban terhadap permasalahan dan tujuan yang diajukan dalam penelitian.
- 3.5.3. Sebagai bahan untuk membuat kesimpulan, serta aplikasi-aplikasi dan saran-saran yang berguna untuk perbaikan kondisi dan tindakan proses bekerja perusahaan ,serta kebijakan penelitian selanjutnya.

BAB . IV
HASIL DAN PEMBAHASAN.

4.1. SEJARAH KEGIATAN PT. PUPUK KALTIM .

PT. Pupuk Kaltim terletak di Desa Loktuan, Kecamatan Bontang Utara Kota Bontang, Propinsi Kalimantan Timur atau berjarak 110 km dan Ibu Kota Propinsi Samarinda. Demikian pada tahun 1977 atau sesuai akte Notaris Yanuar Hamid, SH No. 35 tanggal 07 Desember 1977.

Saat ini PT. Pupuk Kaltim memiliki 4 buah pabrik yaitu Pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3 & Popka serta Pabrik Kaltim-4.

Tabel 4-1.

No	Pabrik	Kapasitas Produksi		Gudang Penyimpan		
		Amoniak (Ton / hn)	Urea (Ton/Thn)	Urea Curah (Ton)	Urea Kantong (Ton)	Amoniak (Ton)
1	Kaltim-1	595.000	700.000	40.000	-	26.000
2	Kaltim-2	595.000	570.000	30.000	75.000	-
3	Kaltim-3	330.000	570.000	45.000	-	26.000
4	Kaltim-4	330.000	570.000	40.000	-	-
5	Popka	-	570.000	-	-	-

Kapasitas produksi dan Gudang penyimpanan

Pemasaran produk amoniak dan urea adalah untuk sekitar industri baik export maupun kebutuhan dalam negeri. Sedangkan pemasaran produk urea untuk pertanian adalah untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri dimana pemasaran ini ditangani oleh PT. Pupuk Kaltim sendiri, sebelumnya pemasaran urea untuk sektor pertanian ditangani oleh

PT. Pusri. Produk amoniak di export khususnya ke Philipina, Australia, India, Taiwan dan Korea.

4.1.1 ZONASI AREA PT. PUPUK KALTIM .

PT. Pupuk Kaltim yang berdomisili di Kelurahan Guntung Kecamatan Bontang Utara adalah kawasan yang meliputi area Pabrik beserta sarana pendukungnya yang secara geografis berbatasan langsung dengan Panati Laut terbuka (Selat Makasar) yang merupakan jalur terbuka gas domestic maupun internasional, adanya perkantoran, perumahan berikut sarana kesejahteraan karyawan lainnya yang berdampingan dengan perkampungan penduduk, taman nasional Kutai dan hutan lindung untuk memudahkan perusakan dalam dalam mengatur dan mengelola system pengamanan, penyelamatan dan lain-lain , maka telah dibuat zonasi.

Zonasi ini adalah sebagai langkah antisipasi dalam mengatasi berbagai masalah yang mungkin timbul, agar dapat terencana, terpadu dan berjenjang.

Zonasi ini dalam proses pelaksanaan tanggap darurat diperlukan untuk menetapkan wilayah-wilayah yang terkena dampak, sehingga banyak kegiatan benar-benar terpadu.

Pembagian area daerah adalah sbb :

1. **Daerah tertutup** (*zona I*) adalah daerah yang kewenangan dan tanggung jawab berada pada Kepala Kompartemen Operasi meliputi daerah Pabrik yang dibatasi oleh pintu-pintu masuk gate A, gate B dan gate C. yaitu :
 - a. Pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim3, Popka dan KPA, PT. KDM dan Amoniak Storage.
 - b. Gedung Laboratorium.
 - c. Kantor Hijau.
 - d. Kantor Kompartemen Pemeliharaan.

2. **Daerah Terbatas** (*zona II*).

Adalah daerah yang bertanggung jawab dan kewenangannya berada pada Kepala Biro K3LH dimana daerahnya meliputi :

- a. Daerah Plant Site.
- b. Gedung Kantor Pusat.
- c. Gedung Diklat.
- d. Gedung Kantin dan Kantor Pusat.
- e. Gedung Biro Jasa Tehnik.
- f. Gedung Pool Kendaraan.

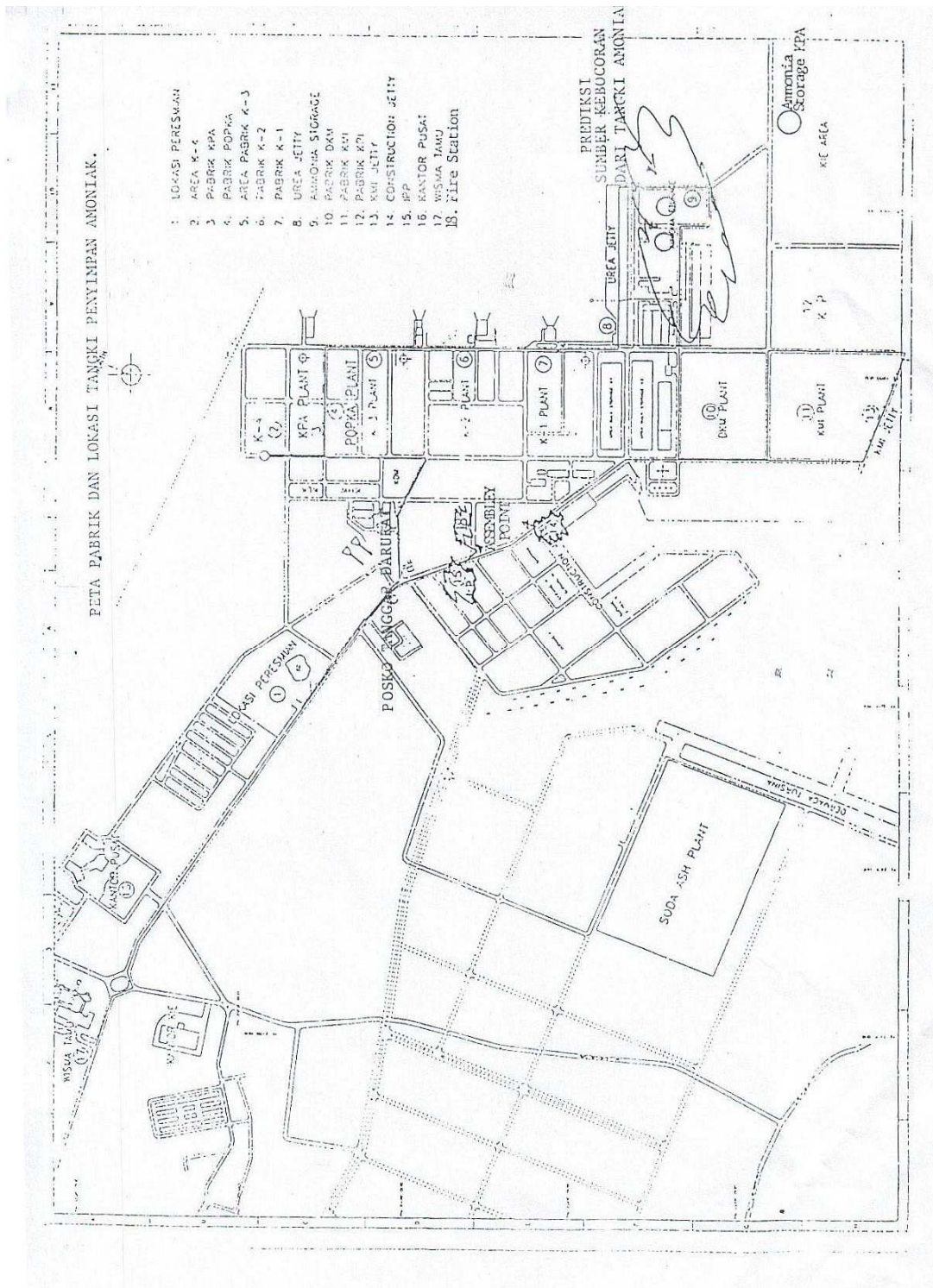
3. **Daerah Terlarang** (*zona III*).

Adalah daerah yang bertanggung jawab dan kewenangannya berada pada Kepala Departemen Kamtib. Daerah ini meliputi :

- g. Area Permanen Community (PC VI)
- h. Area lain yang berada dalam kawasan perusahaan.

4. **Daerah Terbuka** (*zona IV*).

Adalah daerah yang tanggung jawab dan kewenangan berada pada Kepala Departemen Kamtib adalah daerah kawasan PT. Pupuk Kaltim yang didalamnya terdapat fasilitas perusahaan yang dapat digunakan untuk kepentingan umum, dengan memenuhi persyaratan tertentu.



Gambar 4-1 Peta Zonasi

4.1.2. DATA AREA LINGKUNGAN SEKITAR LOKASI SISTEM TANGKI.

Pabrik-pabrik di PT. Pupuk Kaltim terdiri dari :

- 4.1.2.1. Pabrik amoniak yang meliputi : Auxiliry Boiler, Reformer CO2 Removal, Synthesa Loop, Compressor House dan Unit Storage Amoniak (Kaltim1 dan Kaltim-2) serta Unit Pengendali (Control Room)
- 4.1.2.2. Pabrik Utility meliputi : Power House, Desalinasi, Klorine, Pompa Laut, Unit ASP / ASU, Unit Pengendali (Control Room) dan Pabrik UFC untuk pabrik Utility Kaltim-2
- 4.1.2.3. Pabrik Urea meliputi : Sintesis resirkulasi, evaloparasi dan finishing dan pengolahan air buangan.
- 4.1.2.4. Pabrik Gudang & Pengantongan meliputi : Unit Bulk & Storage Gudang & Pengantongan ,yang terdiri dari UBS-1,UBS-2,UBS-3,UBS-4 dan UBS-5.

4.1.3. FASILITAS DERMAGA

Untuk mendukung kegiatan pemasaran dan pengapalan hasil produksi PT. Pupuk Kaltim telah membangun beberapa Dermaga yaitu sejalan dengan perkembangan kebutuhan masing-masing unit pabrik yang meliputi :

- 4.1.3.1. Dermaga Jetty Konstruksi.
- 4.1.3.2. Dermaga Bulk/bag ship loader yang terdiri dari Urea bag Jetty dan amoniak Loading Arm.
- 4.1.3.3. Dermaga Urea Quadrant Arm Loading Jetty.
- 4.1.3.4. Dermaga Tursina.
- 4.1.3.5. Dermaga khusus KMI (PT. Kaltim Methanol Industri)
- 4.1.3.6. Dermaga KPA (PT. Kaltim Pasific Amoniak)
- 4.1.3.7. Dermaga KPI (PT. Kaltim Parna Industri)

Tabel.4-2.

NO	ZONA	AREA	PERUNTUKAN	KAPAL
1	Zona-1	Dermaga no.2, no.3, no.6 dan no.8	Penggunaan cargo curah cair, curah kering, peti kemas general cargo	Kapal tangker, curah cair, kering dan general cargo s/d 60 DWT
2	Zona-2	Dermaga no.5 dan no.7	Penggunaan cargo curah cair	Kapal tangker s/d 30.000 DWT
3	Zona-3	Dermaga no.1	Penggunaan general cargo dan peti kemas	Kapal general cargo dan tongkang s/d 2000 DWT
4	Zona-4	Dermaga no.4	Penggunaan general cargo, peti kemas dan material konstruksi	Kapal general cargo s/d 20.000 DWT
5	Zona-5	Dermaga service	Pelayanan dan pemeliharaan pelabuhan.	Kapal tunda, kapal pandu, kapal patroli dll
6	Zona-6			

Zonasi area dermaga.

Area Dermaga di zona-1 adalah Dermaga paling dekat dan berhubungan langsung dengan posisi lokasi tanki amoniak storage.

4.1.4. GEDUNG/PERKANTORAN AREA PABRIK.

4.1.4.1. Perkantoran Unit Kerja pendukung yang terdapat di area pabrik antara lain :

- Gedung/kantor Pemeliharaan.
- Gedung/kantor Inspeksi Teknik & Proses Engineering.
- Gedung/kantor Shipping.

- Gedung/kantor K3LH.
- Gedung/kantor Dept. Operasi
- Gedung/kantor Anak Perusahaan
- Gedung/kantor Instansi Kepelabuhan
- Gedung/kantor Perusahaan Kawasan Industri.
- Gedung/fasilitas Klinik Emergency.

4.1.4.2. Work Shop dan Bengkel meliputi Work Shop peralatan dan industri pabrik, Bengkel Otomotif serta Bengkel /Shop sarana pendukung.

4.1.4.3. Gedung kantor dan gudang meliputi : Gudang Material, Gedung Bahan Kimia, Gedung Atomotif dan Gedung Peralatan Pabrik serta Gedung Terbuka/Lay Down.

4.1.4.4. Gudang NPK Pelangi.

4.1.5. GEDUNG PERKANTORAN LUAR PABRIK.

4.1.5.1. Gedung Kantor Pusat.

4.1.5.2. Gedung Kantor Keamanan dan Ketertiban(Kantib).

4.1.5.3. Gedung Kantor Jasa Teknik (Jastek).

4.1.5.4. Gedung Kantor PT. Kaltim Industrial Estate(KIE) dan Anak Perusahaan.

4.1.6. DATA JUMLAH KARYAWAN DAN LOKASI KERJANYA

NO	AREA	JUMLAH		TOTAL
		PKT	Kontraktor	
1	Pabrik	1.222	406	1.682
2	Non Pabrik	1.176	754	1.930

Tabel 4-3. Data Jumlah Karyawan Pabrik / Non Pabrik

Tabel 4-4.

NO	AREA	JUMLAH		TOTAL
		PKT	Kontraktor	
1	Pabrik Kaltim-1	199	129	328
2	Pabrik Kaltim-2	179	14	193
3	Pabrik Kaltim-3	168	14	182
4	Pabrik Kaltim-4	124	14	138
5	Pemeliharaan	377	140	517
6	Laboratorium	132	12	144
7	Inspeksi Tehnik	43	6	49
8	Dept. EPD	26	4	30
9	JPP	45	134	179
10	Dept. PMP	38	24	62
11	K3LH & ITK	70	55	125
12	Lain-lain	18	7	25

Data jumlah karyawan pabrik

Jumlah karyawan pabrik ada 1.222 orang ditambah 406 orang tenaga perbantuan . jumlah tenaga perbantuan memiliki jumlah yang tetap,dimana mereka hanya berbeda status perusahaanya yaitu PT KNE (Kaltim Nusa Etika) anak perusahaan PT Pupuk Kaltim yang berorientasi pada penyediaan tenaga kerja. Sedangkan dalam tugas sehari-hari memiliki sifat kerja dan area kerja yang relative sama, termasuk konkwensi menerima resiko bahaya yang sama. Jumlah tenaga kerja yang bekerja diarea pabrik sering lebih besar jumlahnya oleh adanya kontraktor-kontraktor yang bekerja secara kontrak dan tidak tetap, termasuk Buruh pelabuhan yang keberadaan dan jumlah tenaga kerjanya tergantung dari kapan dan berapa besar muatan dari kedatangan kapal.

Belum lagi beberapa anak perusahaan yang operasional kerjanya di area zona-I, kebanyakan mereka bertugas dalam pelayanan bongkar muat kapal dan angkutan. Saat ini jumlah-jumlah tersebut sukar didapat secara pasti, hal ini cukup bermasalah, jika terjadi keadaan darurat adanya bencana dipabrik, baik dalam rangka penyediaan alat pelindung diri, sosialisasi tanggap darurat maupun proses evakuasi.

Saat ini kesadaran karyawan dalam disiplin penggunaan alat pelindung diri, dapat dikatakan masih rendah, terbukti masih seringnya ditemui adanya kecelakaan yang mestinya tidak perlu terjadi, tetapi menimpa karyawan akibat tidak disiplin menggunakan alat pelindung diri yang sesuai.

Mengenai masih adanya karyawan yang belum tahu bahwa di Unit Kerjanya telah tersedia alat pelindung diri khusus, yang disiapkan untuk tanggap darurat. Hal ini ada beberapa kemungkinan antara lain :

1. Kurang perhatian.
2. Jumlah APD (Alat Pelindung Diri) yang disiapkan relative terbatas.
3. Lokasi penempatan yang kurang strategis.
4. Kurang informasi.

Alat Pelindung Diri, sering dipandang sebelah mata. Dan banyak yang masih berpandangan bahwa APD hanya membatasi kebebasan. Hal ini terlihat dari disiplin penakaaian APD yang rendah saat bekerja atau berada di tempat berbahaya.

APD sebenarnya adalah jalan terakhir jika upaya teknik untuk eliminasi bahaya telah maximum. Disisi lain APD memiliki karakteristik dan engineering tersendiri. Kelihatannya gampang tetapi pemakaian dan penerapannya diperlukan pengetahuan. Sebagai contoh adalah pelindung pernafasan berupa *Breathing Apparatus* (BA). Dalam kondisi emergency sangat penting sekali,

tetapi bagi pengguna harus mendapat pelatihan lebih baku sebelum memakai.

Penggunaan Breathing Apparatus saat terjadi keadaan darurat adalah untuk :

1. Pelindung pernafasan petugas saat memasuki dan berada di daerah paparan amoniak atau gas berbahaya lain, untuk melakukan pekerjaan pengamanan peralatan penting.
2. Untuk pelindung pernafasan saat berlari menyelamatkan diri keluar daerah paparan.

Dari data antara petugas dengan jumlah Breathing Apparatus di tiap-tiap Unit Kerja masih belum memadai.

Selain pelindung diatas, perusahaan telah menyiapkan pelindung pernafasan berupa gas masker amoniak. Jumlah gas masker amoniak relative lebih banyak disbanding *Breathing Apparatus*. Alat ini relative penting dan mudah pemakaiannya, akan tetapi parameter kejenuhan alat hanya oleh penciuman pemakai yang dipengaruhi oleh konsentrasi paparan dan ukuran volume *catridge* atau *canister* yang digunakan.

Untuk itu disarankan bahwa kesadaran itu harus juga dimulai dari atas (manajemen) dengan contoh tauladan dan penegakan aturan yang benar dan tidak pandang bulu. Para atasan harus tidak bosan -bosannya memberikan pengertian

Pentingnya alat pelindung diri termasuk dfinisi sebagai berikut :

🔧 Alat Pelindung Diri adalah seperangkat alat yang digunakan oleh tenaga kerja untuk melindungi seluruh/sebagian tubuhnya terhadap kemungkinan adanya potensi bahaya/kecelakaan kerja.

Atasan juga harus melakukan upaya penentuan pemilihan alat pelidung diri dengan :

- 🔧 Identifikasi & evaluasi potensi bahaya
- 🔧 Pemilihan yang tepat & kesesuaian
- 🔧 Diklat
- 🔧 Pemeliharaan
- 🔧 Kesadaran Manajemen & pekerja

Agar karyawan patuh mereka perlu dikenalkan dasar hukum kewajiban pemakaian alat pelindung diri , antara lain :

1. Undang-undang No.1 tahun 1970.
 - a. Pasal 3 ayat (1) butir f : Dengan peraturan perundangan ditetapkan syarat - syarat untuk memberikan *APD*
 - b. Pasal 9 ayat (1) butir c : Pengurus diwajibkan menunjukkan dan menjelaskan pada tiap tenaga kerja baru tentang *APD* .
 - c. Pasal 12 butir b : Dengan peraturan perundangan diatur kewajiban dan atau hak tenaga kerja untuk memakai *APD* .
 - a. Pasal 14 butir c : Pengurus diwajibkan menyediakan *APD* secara cuma-cuma
2. Permenakertrans No.Per-01 / MEN / 1981

Pasal 4 ayat (3) menyebutkan kewajiban pengurus menyediakan alat pelindung diri dan wajib bagi tenaga kerja untuk menggunakannya untuk pencegahan penyakit akibat kerja.
3. Permenakertrans No.Per.03 / Men / 1982

Pasal 2 butir I menyebutkan memberikan nasehat mengenai perencanaan dan pembuatan tempat kerja, pemilihan alat pelindung diri yang diperlukan dan gizi serta penyelenggaraan makanan ditempat kerja

4.2. PROSES PRODUKSI PKT.

Produksi PT. Pupuk Kaltim adalah amoniak yang urea menggunakan bahan baku gas alam (CH_4) proses produksi dapat diuraikan sbb :

4.2.1. Proses Pembuatan Amoniak

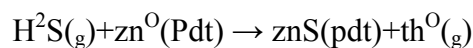
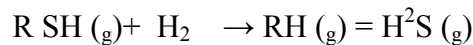
Amoniak dihasilkan dengan mensynthesa gas hydrogen dan nitrogen pada tahun dan tekanan tinggi dengan bantuan katalis. Selain amoniak juga dihasilkan CO_2 di pabrik amoniak ini.

Tahapan proses diselenggarakan meliputi :

4.2.1.1. Persiapan Gas Synthesis.

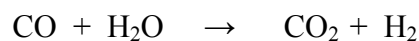
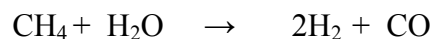
Gas akan dipisahkan dari cairan dan pendataan yang tersuspensi dalam aliran gas kemudian dialirkan ke desulfurizer untuk di lingkungan dari kandungan sulfur menggunakan katalis Zn O.

Reaksi sbb :



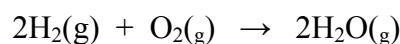
Reaksi diturunkan pada proses & primary, reformer dengan mencampurkan steam ($P=42,2 \text{ kg/cm}^2$, $T=394^\circ\text{C}$ dengan rasio 3,5) panaskan sampai 620°C di preheater sebelum masuk ke primary reformer.

Reaksi sebagai berikut :



Pada kondisi $T = 810^\circ\text{C}$ dan $P = 35 \text{ kg/cm}^2$

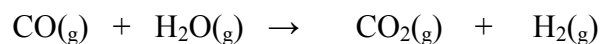
Selanjutnya pada skunderi reformer di masukkan udara sehingga terjadi kenaikan temperature sehingga terjadi percampuran reaksi CH^4 yang sisa.



Panas reaksi digunakan untuk menaikkan temperature dan menaikkan reaksi CH_4 dengan steam.

Gas panas juga dipakai untuk membangkitkan steam di WHB (*Waste Heat Boiler*).

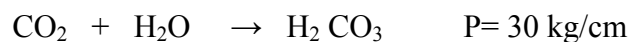
Gas yang telah dingin (371°C) secara berturut-turut dialirkan ke CO_2 Shift Converter dan HTS (*high temperature shift converter*), sehingga dihasilkan :



4.2.1.2. Pemurnian Gas Synthesis.

Pemurnian bertujuan untuk memisahkan CO dan CO_2 dari campuran, yaitu melalui proses di CO_2 removal dan methanator.

Proses penting CO_2 Removal adalah terdiri atas CO_2 absorber dan CO_2 Stripper. Kontak yang berlawanan arah antara gas proses dan larutan "Lean Benfield" yang mengandung K_2CO_3 27%, DEA 3-5% dan V_2O_5 0,5% akan menyerap CO_2 dari gas proses.



Sedangkan di methanator adalah menghilangkan lebih lanjut agar CO dan CO_2 yang terikat. Reaksi berjalan pada 316°C



Didalam converter terjadi reaksi pembentukan amoniak sebagai berikut :



4.2.1.3. Sistem Refrigerasi .

Sistem refrigerasi bertujuan untuk mengkondensasikan amoniak di “Sintesis Loop” serta pemanfaatan kembali amoniak dari gas yang di buang dari gas sintesis.

Pendinginan bertingkat berlangsung sampai dengan suhu $-33,3^{\circ}\text{C}$ dan tekanan $15,8 \text{ kg/cm}^2$. Lebih kurang 500 MTPD amoniak dingin ($-33,3^{\circ}\text{C}$) di kirim ke tanki amoniak storage dan 1000 MTPD amoniak panas (30°C) di kirim ke pabrik Urea. Sedangkan gas sisa inert dan lainnya yang tidak terkondensasi dikirim ke *Fuel Gas System*.

4.2.1.4. Proses Pembuatan Urea.

Pembuatan urea dilaksanakan atas reaksi perturutan yaitu pembentukan karbamat dari amoniak dan karbamat dioksida dan dilanjutkan dengan dehidrasi karmabat menjadi urea dan H_2O .

Reaksi pokok berlangsung sbb :



Prosesnya meliputi :

- a. Persiapan
- b. Sintesis
- c. Resirkulasi.
- d. Evaporasi dan Finishing
- e. Pengolahan air buangan.

4.3. TANKI AMONIAK STORAGE

Pada keadaan normal tanki berfungsi sebagai penyimpan, penerima dan pengirim amoniak. Untuk menekan tekanan dalam cairan amoniak sebesar 1 ton dibutuhkan tanki yang dilengkapi dengan system refrigerasi (*refrigerated storage*) uap yang terbentuk dalam tanki harus ditekan dan diembunkan secara terus menerus pada kecepatan, tertentu sehingga kenaikan tekanan yang membahayakan dapat dicegah.

Tekanan atmosferis tersebut diatur dengan menggunakan PIC (*Pressure Indicator Control*) dan PISLH (*Pressure Indicator Switch Low-Hich*) yang akan mengontrol secara otomatis besar beban compressor. Apabila kecepatan pembentukan uap dalam tanki naik, maka beban compressor akan naik secara seimbang. Setiap satu tanki amoniak storage di lengkapi 3 buah Compressor yang bekerja otomatis.,Tangki F-3001 dan Compressor G-3001, G-3002 dan G-2003 akan bekerja otomatis sebagai berikut :

- 4.3.1. Apabila kecepatan pembuatan uap dalam tanki naik, maka beban Compressor akan naik secara berimbang.
- 4.3.2. Jika beban Compressor pertama (G-3001) berjalan dengan beban penuh, maka karyawan kedua G-3002 akan beroperasi secara otomatis.
- 4.3.3. Jika kecepatan pembentukan uap dalam tanki turun, akan menyebabkan penurunan beban dan compressor refrigeration akan berhenti.

Kondisi-kondisi yang dapat menyebabkan perubahan kecepatan pembentukan uap anantara lain :

- 4.3.1.1. Panas yang masuk sekeliling tanki jumlah panas , tingkat kondisi temperature ambiert dan level cairan dalam tanki.
- 4.3.1.2. Kecepatan pemompaan cairan ke kapal atau ke pabrik urea saat diperlukan.
- 4.3.1.3. Kecepatan produk amoniak dari Synthesa Loop.

Apabila kebocoran panas dari luar tanki mencapai beban maximum, maka kerja refrigeration compressor G-3003 atau salah satu dari G-3001 atau G-3002 beroperasi pada beban 25%.

Kenaikan beban refrigeration akan menyebabkan kenaikan beban compressor secara otomatis, sehingga tekanan operasi normal di dalam tanki tidak melampaui 0,1 kg/cm².

Apabila terjadi over pressure di dalam tanki, maka temperature cun down produk harus di check tidak melebihi 70 °C (Design Temperatur).

Pemasangan alat control tekanan PIC-30501 / 2 dan PIC-30502 / 2 adalah untuk meyakinkan apakah ada kesalahan loading pada compressor-compressor utama. Untuk melindungi tanki dari tekanan $\geq 0,15 \text{ kg/cm}^2$.

Pada top tanki di lengkapi pengaman safety valve yaitu PSV-3001 A/B dan PSV-30015 tiap-tiap tanki digunakan untuk kapasitas 50%, sehingga dua buah safety valve cukup dapat melayani pembuangan total.

Pada proses refrigerasi berjalan dan pada system akan terdapat gas inert, maka melalui E-3008, E-30013 dan 300014 yang dilengkapi dengan SV-30606 / 2, SV-30607 / 2 dan SV-30641 yang secara otomatis akan membuang gas inert tersebut ke udara luar. Pada kasus emergency tanki, maka valve yang terletak di Run Down produk akan tertutup.

4.4. DASAR PHILOSOPHY DESIGN OPERASI SISTEM TANGKI AMONIAK.

4.4.1. DISAIN OPERASI TANGKI.

- Kapasitas = 26 metrikton
- Rate pengisian tanki = Kaltim-1
- Densitas produk = 628 kg/m³ pada -33°C.
- Kondisi design tekanan gas = 0,15 kg/cm².
- Ring temperature = + 35°C sampai -33°C.
- Kondisi operasi
- Tekanan = 0,05 – 0,12 kg/cm²
- Renge temperature = -32,2 – 132,7°C.

- Tinggi pengisian maximal (produk/air) = 32,850 mm/28000 mm
- Kapasitas loading ke kapal = 830 MTPH.
- Kondisi yang utama/prima

Tabel 4-5.

No	Service	Udara kering ($^{\circ}\text{C}$)	Udara lembab ($^{\circ}\text{C}$)
1	Mechanical	20-35	35 (max)
2	Proses		
	- Pendingin udara	35	31
	- Isolasi panas	20	-
	- Isolasi dingin	35	31
3	Kelembaban		Max 100% pada temperature 35°C .
	-		Min 56% pada temperature 20°C
4	Kecepatan angin		33,3m/detik

Desain data dari temperature udara

4.4.2. SYSTEM OPERASIONAL

Uraian proses system tanki terdiri dari 3 komponen kerja. Yakni pertama operasi tanki berupa maksudnya amoniak dari pabrik, Kedua operasi loading amoniak dari tanki ke kapal dan Ketiga operasi pemindahan amoniak ke tanki T-101 dan ke pabrik urea saat dibutuhkan. Sedangkan unit systemnya terdiri dari pertama tanki penyimpanan amoniak, kedua system compressor lignifation dan ketiga unit pompa transfer. Selain itu juga didukung oleh system power listrik dan system instrumentasi.

Pelaksanaan operasi sistim tangki telah mengikuti petunjuk standart operation prosedore (*SOP*) yang dikeluarkan oleh manufacture dalam manual book operation. Bahwa dalam kondisi ambiert normal amoniak merupakan uap. Untuk memyimpan

dalam bentuk cair dalam jumlah besar digunakan penekanan, pendinginan atau kombinasi keduanya.

Penyimpanan amoniak cair dengan kapasitas 26000 ton pertanki dapat dicapai dengan cara pendinginan. Amoniak disimpan pada tekanan sedikit diatas atmosfer kira-kira 0,05 s/d 0,075 kg/cm_g dan pada temperature -33⁰C dalam tanki penyimpan satu dinding berisolasi. (*Single Wall Insulated Storage Tanki*).

Selama amoniak dalam tanki pada titik didih keseimbangannya, panas yang masuk dalam tanki atau cairan yang masuk diatas kondisi keseimbangan akan digunakan untuk penguapan sejumlah amoniak. Hal ini dapat diketahui dengan adanya kenaikan tekanan dalam tanki.

Apabila tidak ada aliran yang masuk ke dalam atau keluar dari tanki, maka kenaikan tekanan dalam tanki dipelihara dengan Loading Compressor G-3003.

Uap amoniak ditekan dalam dua tingkat dan di embunkan dengan Sea Water dan dikembalikan ke tanki F-3001 sehingga cairan refrigerated, sedangkan inert gas yang masuk ke dalam system puring keluar.

4.4.3. MEKANISME RUN DOWN PRODUK KE TANKI :

4.4.3.1. Cairan amoniak pada kondisi kira-kira 7⁰C dan 24 kg/cm²_g diturunkan tekanannya (di flash) ke kondisi tekanan di dalam tanki amoniak meelalui LCV-11004-1.

4.4.3.2. Penggantian uap di dalam tanki oleh cairan yang masuk ke dalam tanki.

4.4.3.3. Penggantian uap flash dari system pendinginan yang berupa cairan.

Sedangkan pada waktu amoniak di pompakan ke kapal dalam tanki terbentuk uap yang disebabkan oleh :

- Kerja pada amoniak yang menyebabkan kenaikan temperature dan kemudian diikuti dengan flushing.
- Penggantian uap dari tanki ke kapal selama pendinginan.
- Pemompaan kembali ke F-3001.
- Panas extra yang masuk ke system melalui pipa.

Uap yang berbentuk pada kondisi-kondisi ini akan di tekan dan disirkulasikan oleh Kompresor Utama G-3001 dan G-3002.

4.4.4. SPECIFIKASI PRODUKSI AMONIAK

4.4.4.1. Kualitas :

- Kandungan amoniak (min) = 99,9% berat
- Kandungan cair (max) = 0,1% berat
- Kandungin inert (max) = 500 ppm berat
- Specific gravityted 25 kg/cm² (min) dan 7^oC (max) = 0,68

4.4.4.2. Komposisi (manual borsig).

- CH₄ = 50,4% volume
- Air = 5,5% Volume
- H₂ = 29,9% Volume
- N₂ = 14,2% Volume

Tabel 4-6

Uraian	Aliran (kg/jam)	Temperatur (°C)	Tekanan (kg/cm ² g)
- Amoniak ke Tanki-F-3001			
* Normal	28.000	7.00	25.0
* Max	62.500	7.00	25.0
- Tanki penyimpanan amoniak			
* Flow Masuk	62.500	-33	0,064
* Flow Keluar	830.00	-33	2,7 max
- Unit system pendingin F-3003			
* Normal		-33	0,064
* Max		-33	0,09

Kondisi Normal Operasi sistem tangki.

4.5. DESIGN KONSTRUKSI TANKI PENYIMPAN AMONIAK.

Tangki F-3001. didesain dengan bentuk selinder ber dinding tunggal (Single Wall). Dibuat oleh *Chicago Bridge & Iron Company* (CBI) tahun 1981 dan *commissioning* dilakukan pada tahun 1982 dengan media amoniak cair dari container dan dari kapal sebanyak \pm 2000 ton. Sedangkan untuk pengisian awal adalah dari produksi pabrik amoniak Kaltim-1 yang dilakukan pada tahun 1984.

Data design konstruksi selengkapnya sbb :

- Diameter. = 38,510 mm.
- Tinggi = 34,730 mm.
- Material plate :
 - ~ Shel ring # 1 = 4-335 PE / asme P1 Group 2.
 - ~ Shat ring #2-6 = LF-38 NBF / asme P1 Group 2.
 - ~ Shel ring #7-11 = U-355 PF / asme P1 Group 2.
 - ~ Shel ring # 12 = U-355
 - ~ Shel ring # 13 = U-255 F / asme P1 Group 1.
 - ~ Shel ring # 14-16 = U-255 F.
 - ~ Botton plate = U-255 F.
 - ~ Suspended dect = E-26-3
 - ~ Roof = E-26-3
- Pipe for cold / hot service = A-333 grode C / A 106-Grade B.
- Flange for cald / hot service = A-350 LF2 / A 105.
- Bolt / Nuts = A-193 B-7 / A 194-2H.
- Gasket = 5 mm spiral wound 30455 with 3 mm, centering ring (dimention to API-601)
- Instetation, sheel wall = Polyurethan foam (HFIP foam)
- Suspended deck = Fiber glass, 100 mm.

Konstruksi tanki amoniak dilengkapi dengan isolasi pelindung. Dimaksudkan agar beban Compressor tidak berat oleh banyaknya uap amoniak yang terbentuk.

Isolasi panas adalah material atau kombinasi dan beberapa material yang digunakan untuk memperlambat laju perpindahan panas karena konduksi, konveksi dan radiasi. Tujuan pemasangan isolasi termasuk :

- Mencegah terjadinya kondensasi permukaan karena temperature operasi dibawah temperature titik embun.
- Mencegah infiltrasi udara atau uap air dari luar isolasi ke dalam isolasi dan sebaliknya.
- Melindungi permukaan dari pengaruh korosi dan juga menambah kekuatan struktur.

Pengaruh air dalam bentuk uap, cair maupun padat akan menurunkan nilai konduktifitas internal.. Karena dapat menyebabkan kerusakan pada isolasi atau bahkan menyebabkan kerusakan struktur, korosi atau aksi ekspansi dari pengaruh air. Apakah uap air tersebut berakumulasi pada isolasi atau tidak tergantung pada sifat higroskopik dari isolasi ,temperature, kondisi ambient dan keefektifan dari bahan itu sendiri, hampir semua material isolasi bersifat higroskopik dan mendapat atau kehilangan kelembaban sebanding dengan humidity dari udara yang berkaitan langsung denganya.

Untuk itulah, maka bagian terluar isolasi tanki penyimpan amoniak ini dilapisi plate bahan yang rapat dan tidak higroskopik

4.5.3. SISTIM INSTRUMENTASI.

System instrumentasi adalah system pengendali dan pengaman operasional tangki terdiri dari :

- Pengaman dan pengendali tekanan tanki.
- Valve pengontrol tekanan tinggi.
- Pengontrol beban compressor (beban 75 ke 100%, 50 ke 75%, 25 ke 50%) dan pengurangan beban (beban 100 ke 75%, 75 ke 50%, 50 ke 25%).
- Alarm tekanan rendah.
- Otomatis trip compressor.

- Pengaman tekanan rendah (vacuum breaker).
- Sisem pengaman level yang terdiri dari alarm-alarm :
 - ~ LSHH Level switch high high
Akan menutup valve inlet.
 - ~ LSH Level Switch High
Alarm level tinggi.
 - ~ LSL Level Switch Low
Alarm level rendah
 - ~ LSLL Level Switch Low-low
Valve outlet akan menutup dan pompa loading akan mati.

Saat ini sistim instrumentasi pada sistim tanki cukup handal dan dapat bekerja sebagaimana mestinya, akan tetapi perlu disarankan bahwa “*block Valve*” inlet tanki, yaitu aliran masuk produk amoniak dari pabrik synloop masih berupa “*block valve*” manual. Jika terjadi “*High Level*” tanki operator perlu waktu lama menyelesaikan pekerjaan penutupan valve tersebut. Jika pada area tersebut kebetulan ada kebocoran amoniak akan menambah kesulitan lagi. Untuk itu “*block valve*” manual tersebut, perlu diganti dengan jenis “*Quick Valve*” yang dioperasikan secara *interlock* dengan sistim instrumentasi. Program preventive maintenance yang kadang – kadang harus melakukan by-pass interlock perlu ada aturan baku baik terhadap waktu maupun penanggung jawab secara bertingkat. Selanjutnya terhadap program Restroke-Control Valve sering kali tidak dibarengi dengan perbaikan tanda petunjuk posisi pembukaan / penutupan, sehingga tiap-tiap operator berbeda dalam memberikan informasi posisi tersebut, misal operator satu menyebut pembukaan dilapangan 50 %, sedang operator lain menyebut pembukaan 40 %. Untuk itu disarankan mengingat pentingnya tanda ini, maka agar tanda – tanda ini mendapat perhatian dari petugas instrument.

4.6. SISTEM KERJA REFRIGERASI.

Fungsi dari suatu system refrigerasi adalah memindahkan panas dari ruang yang dingin (*Coal Chamber*) dimana temperature lebih rendah dari lingkungan. Bahan kerja refrigerator disebut refrigerant misal : amoniak, freon, etelen, aseton, dll.

Dalam industri, refrigerasi dipakai untuk mendinginkan ruangan pada proses pemisahan O_2 dan N_2 dari udara. Prinsip refrigerasi didasarkan pada hukum thermodynamika. Dimana sebetulnya hukum-hukum thermodynamika merupakan hipotesa-hipotesa alam dan didasarkan atas pengamatan kejadian alam, hukum ini membatasi perubahan dalam perpindahan energi. Hukum-1 thermodynamika dikenal sebagai hukum "*Kekekalan Energi*" yang menyatakan bahwa jumlah energi adalah tetap walaupun dapat berubah atau pindah tempatnya. Sedangkan hukum-II thermodynamika menyatakan bahwa energi panas tidak dapat diubah semuanya menjadi energi mekanis (kerja) tetapi selalu dibarengi dengan pembuangan sebagian panas ketempat lain. Panas akan selalu berpindah dari system yang lebih tinggi temperaturnya ke system yang lebih rendah temperaturnya.

Sistem refrigerasi amoniak storage dimaksudkan untuk menjaga tekanan dan temperature storage tetap rendah. Methode yang digunakan adalah mechanical refrigeration, yaitu refrigerasi dengan cara kombinasi antara kompresi dan penurunan temperature.

Dalam tanki berbentuk uap amoniak yang disebabkan oleh rambatan panas yang masuk dalam tanki. Cairan amoniak terlepas menjadi uap dan melalui suction compressor uap di isap dan dikompresi secara bertingkat melalui beberapa stage dan diantara stage compressor dilengkapi dengan intercooler yang berfungsi sebagai pendingin. Dari hasil kompresi beberapa stage dihasilkan tekanan mencapai $18,9 \text{ kg/cm}^2$ dengan temperature 119°C .

Uap amoniak dengan tekanan tinggi yang keluar dari discharge compressor stage terakhir. Selanjutnya dilewatkan cairan amoniak dengan

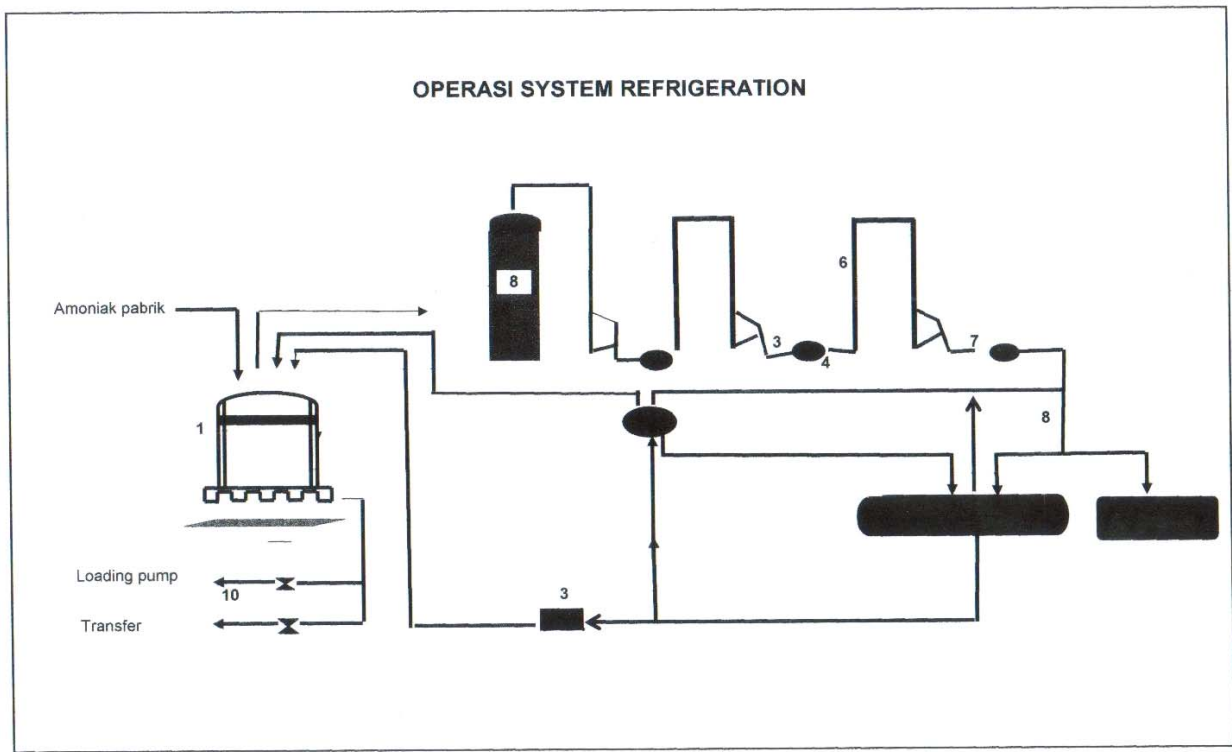
tekanan tinggi. Cairan ini ditampung dalam amoniak receiver pada kondisi temperature 45°C . Dari amoniak tekanan tinggi secara tiba-tiba tekanannya diturunkan dengan menggunakan “Expansion Valve” jadilah cairan amoniak dengan tekanan rendah yang selanjutnya dikembalikan ke tanki amoniak storage.

4.6.1. SYSTEM KERJA KOMPRESSOR DAN LIQUIFACTION

Bahwa cairan amoniak disimpan pada sekitar -33°C di dalam tanki penyimpan F-3001 dengan tekanan antara 0,06 sampai 0,11 kg/cm^2 & oleh system control tekanan. Uap/ gas amoniak yang terjadi akibat rambatan panas yang masuk ke tanki ataupun kondensate amoniak yang terlepas (terflash) menjadi uap amoniak diisap dari tanki amoniak storage masuk ke suction compressor, uap ini kondisi dimanfaatkan sampai 17,9 kg/cm^2 & dengan temperature 119°C .

Keseluruhan uap amoniak akan mengembun setelah melewati *amoniak Condenser* (E-3001/2) selanjutnya cairan amoniak yang terjadi terkumpul di dalam *amoniak receiver* (F-3001/2) pada kondisi temperature 45°C dan tekanan 17 kg/cm^2 & amoniak cair tersebut dikirim kembali ke tanki storage yang di control oleh *level control* (LIC).

Gambar flow sheet tangki



Gambar 4-2 Flow operasional sheet tangki

Kondisi-1

Amoniak pada temperature -33°C dan tekanan $1,09 \text{ kg/cm}^2$, dimana amoniak dalam kondisi saturated vapour yaitu di dalam tanki F-3001.

Kondisi-2

Amoniak pada temperature 2°C dan tekanan $= 1,09 \text{ km/cm}^2$ adalah kondisi di suction compressor tingkat pertama dimana temperature naik 2°C karena adanya rambatan panas secara konveksi alam.

Kondisi-3

Ini adalah kondisi di disharge compressor dimana uap amoniak telah ditekan sehingga terjadi perubahan kenaikan temperature menjadi 81°C dan tekanan $= 3,15 \text{ km/cm}^2$.

Kondisi-4

Adalah kondisi pada suction compressor tingkat-tingkat dan telah melalui pendinginan di intercooler, menjadi temperature 45°C dan tekanan $8,81 \text{ kg/cm}^2$.

Kondisi-5

Adalah kondisi pada discharge compressor tingkat-2. Uap amoniak diditempatkan, terjadi perubahan temperature 134°C dan tekanan sampai $8,81 \text{ kg/cm}^2$.

Kondisi-6

Temperature naik menjadi 134°C dan tekanan $8,41 \text{ kg/cm}^2$ setelah melalui pendinginan di intercooler.

Kondisi-7

Kondisi discharge compressor amoniak mengalami pemaparan, temperature menjadi 119°C dan tekanan $18,9 \text{ kg/cm}^2$.

Kondisi-8

Adalah kondisi total kondensat amoniak yang menjadi liquid di dalam amoniak receiver sehingga temperature menjadi 45°C dan tekanan 18 kg/cm^2 .

Kondisi-9

Kondisi temperature -33°C dan tekanan = $1,09 \text{ kg/cm}^2$ liquid amoniak pada 45°C dan $18/\text{cm}^2$ (kondisi-8) di ekspansikan di dalam storage sehingga tekanan turun menjadi 1.09 kg/cm^2 yang hasilnya akan menurunkan temperature sampai -33°C dan kira-kira 26 % uap amoniak terflash menjadi cair.

Untuk mengendalikan tekanan tangki F-3001, dua unit kompresor bekerja secara bergantian yaitu G-3001 dan G-3002. kedua kompresor ini suatu ketika beroperasi bersama-sama, walaupun ini jarang terjadi. Bila salah satu beban kompresor telah mencapai maksimum load dan kondisi tekanan tangki mengarah

naik oleh beberapa sebab ,maka kompresor yang lain dioperasikan secara bersama.

4.7. PERALATAN-PERALATAN SYSTEM TANKI

4.7.1 PERALATAN LIQUIFACTION

4.7.1.1. AMONIAK CONDENSER

Dilengkapi *cooler heat exchanger* untuk menurunkan panas dan mengkondensasikan uap di dalam dapat mencukupi kapasitas untuk mengkondensasikan uap amoniak dari satu compressor.

4.7.1.2. PURGE GAS COOLER.

Purge Gas cooler adalah *shell dan tube heat exchanger*, fungsi alat ini untuk mengkondensasi dan mengambil amoniak kembali dari campuran amoniak dan uap yang tidak bisa dikondensasikan. Uap amoniak yang tidak bisa terkondensasikan dan sejumlah kecil yang akan dibuang melalui vent.

4.7.1.3. AMONIAK RECEIVER

Tanki kecil bertekanan ini berfungsi sebagai penampung kondensate amoniak dari *system liquefaction* (pencairan). Cairan dari tanki ini secara otomatis cairan dikembalikan ke tanki penyimpanan amoniak yang di control oleh LV (*level valve*) dan LIC (*level indicator control*).

4.7.2 SYSTEM POMPA TANGKI

- 4.7.2.1. Pompa transfer cairan amoniak ke pabrik terdapat 3 (tiga) unit pompa tiap tangki.
- 4.7.2.2. Pompa transfer cairan amoniak antar tanki.
- 4.7.2.3. Pompa loading cairan amoniak ke kapal berjumlah 2 pompa tiap tanki

Jenis pompa-pompa diatas adalah type vertical yang didesain dapat mengirim amoniak cair dengan kapasitas 610 m³/jam perpompa.

Setiap mengoperasikan pompa ini operator harus hati-hati, jika terlalu cepat dan tidak memperhatikan level dan tekanan tangki, tangki akan mengalami vakum yang dapat merusak konstruksi tangki, dan ini merupakan ancaman kebocoran tangki. Sejak disain tangki ini telah dilengkapi pengaman berupa *Vacuum breaker*, namun demikian operator harus tetap waspada.

4.7.3 AMONIAK VAPOURIZER

Selama operasi pemuatan amoniak ke kapal tekanan dalam tangki amoniak storage harus tetap dipertahankan dengan mengembalikan uap amoniak dari kapal, akibat pemuatan cairan amoniak ke kapal.

Jika tekanan didalam storage turun cepat akibat loading amoniak ke kapal. Maka tekanan dalam tangki dijaga pada kondisi operasi yang aman dengan cara membangkitkan uap yang cukup pada *vapourizer*.

Amoniak vapourizer ini adalah jenis penukar panas dengan menggunakan ambient temperature. Saat ini pada Ammonia Vapourizer ini terjadi *icing* dibagian permukaanya hal ini karena temperatur amonia return yang masih sangat dingin, untuk itu disarankan pada bagian permukaan tersebut *dispray dengan water hydrant*, sehingga terjadi percepatan aliran return ketangki.

4.8. SYSTEM OPERASI SYSTEM TANGKI

4.8.1. OPERASI NORMAL

Yang dimaksud normal operasi system tangki adalah bahwa kondisi tangki penyimpan amoniak dengan pengisian amoniak cair dari pabrik amoniak (*synthesis loop*). Selama operasi normal, pencairan amoniak dengan system liquefaction ditampung dalam *Ammonia receiver* dan setelah tertampung banyak, cairan amoniak tersebut

dikembalikan ke tanki penyimpanan amoniak dengan secara otomatis yang di control secara otomatis oleh LIC (*level indicator control*).

Dua buah tanki yang memiliki oleh PT. Pupuk Kaltim terhubung secara interconnection oleh pipa penghubung yang dilengkapi “*block valve*” pada kondisi tertentu aman amoniak dapat ditransfer ke tanki satu ke tanki lainnya, kondisi penting, bahwa :

- 4.8.1.1. Dalam operasi normal, *system liquefaction* beroperasi dengan pompa loading amoniak dalam kondisi pendingin.
- 4.8.1.2. Kompresor diatur jika salah satu compressor running, maka compressor yang lain dalam posisi “*Auto*”.

4.9. URUTAN PROSES OPERASI SYSTEM TANKI PENYIMPAN AMONIAK.

Proses operasi tanki amoniak sama dengan pengoperasian tanki bahan kimia lain. Pada dasarnya amoniak adalah gas, kemudian menjadi cair karena proses pendinginan melalui system liquefaction. Untuk itu dalam pengoperasian harus mengikuti prosedur dan tahapan-tahapan sebagai berikut :

- 4.9.1. Tahap persiapan.
- 4.9.2 Tahap start- up system air pendingin.
- 4.9.3. Tahap strat- up system nitrogen.
- 4.9.3. Tahap system refrigeration.
- 4.9.4. Tahap purge dan tahap pendinginan tanki penyimpan, dimana pendinginan mengikuti urutan :
 1. Purging Nitrogen.
 2. Purging dengan uap produk.
 3. Pendingin dengan produk.

Pada saat operasi purging dan pendingin haruslah dilakukan pencatatan yang teliti antara lain :

1. Tekanan tanki.
2. Kecepatan aliran rata-rata Nitrogen atau uap produk.

3. Temperatur Nitrogen masuk.
4. Tekanan Nitrogen masuk.
5. Temperatur dan tekanan ambient.
6. Prosentase produk dalam uap di tiap tempat venting selama purging dengan produk.
7. Pembacaan temperature tanki selama pendinginan.
8. Tahap penggantian Nitrogen dengan uap produk.
9. Tahap pendinginan (*cool down*).

4.10. DATA EQUIPMENT SYSTEM AMONIAK LIQUIFICATION F-3001

System Liquification terdiri dari :

1. Ada 2 horizontal *reciprocating system*.
2. Ada 2 (dua) *Amoniak vapour intercooler* (G-3001 / G-3002).
3. Ada 2 (dua) *Amoniak Condenser*, pendingin air (E3004 / E-3005).
4. Ada 2 (dua) *Amoniak receiver*, F-3004 / F-3005).
5. Ada 2 (dua) *Sub Cooler*, didinginkan oleh penguapan amoniak (E-3010 / E-3011).
6. 2 (dua) *Inert Gas Purger* (E-8008 / E-3013).
7. 1 (satu) *Amoniak Separator* (F-3003).

Urutan kerja peralatan meliputi : .

1. Amoniak vapour pada tekanan 1,1 ATA dan suhu -20°C diisap melalui separator F-3003 oleh LP Stage F-3001 atau G-3002.
2. Uap dikompresi di inter stage prosedur 4,4 ATA, didinginkan lalu masuk ke dalam amoniak vapour intercooler E-3004 (E-3005) didinginkan sampai 30°C menggunakan cooling water.
3. Amoniak yang telah diambil panasnya dicampur dengan amoniak dingin dari sub cooler. Campuran vapour ini pada tekanan 4,3 ATA dan suhu 26°C diisap oleh HP-Stage G-3001 / G-3002 setelah & kompresi ke tekanan 15 ATA (42°C) amoniak dicairkan di condenser E-3001 / E-3002 menggunakan cooling water.

4. Kondensat mengalir ke Sub Cooler E-3010 / E-3011 melalui Receiver Vessel F-3004 / F-3005. sebagian.
5. Kondensat amoniak dialirkan ke dalam Shell Sub Cooler E-3010 (E-3011) dengan menggunakan level control LIC-30601 (LIC-30603) cairan ini menguap pada inter stage pressure 4,3 ATA, sedangkan panas yang ditumbuhkan untuk ini diambil dari sejumlah kondensat yang ada di dalam tube dari amoniak liquid Sub Cooler 3010 (E-3011), yang dibawah tekanan kondensat 15 ATA.
6. Kondensate didinginkan sampai suhu 3⁰C diatur oleh level control LIC 30600 (LIC-30602) di amoniak receiver F-3004 (F-3005).
7. Amoniak yang telah didinginkan disimpan balik ke storage tanki F-3001, demikian sirkuit amoniak ini merupakan sirkuit tertutup.

Pengamanan-pengamanan tekanan.

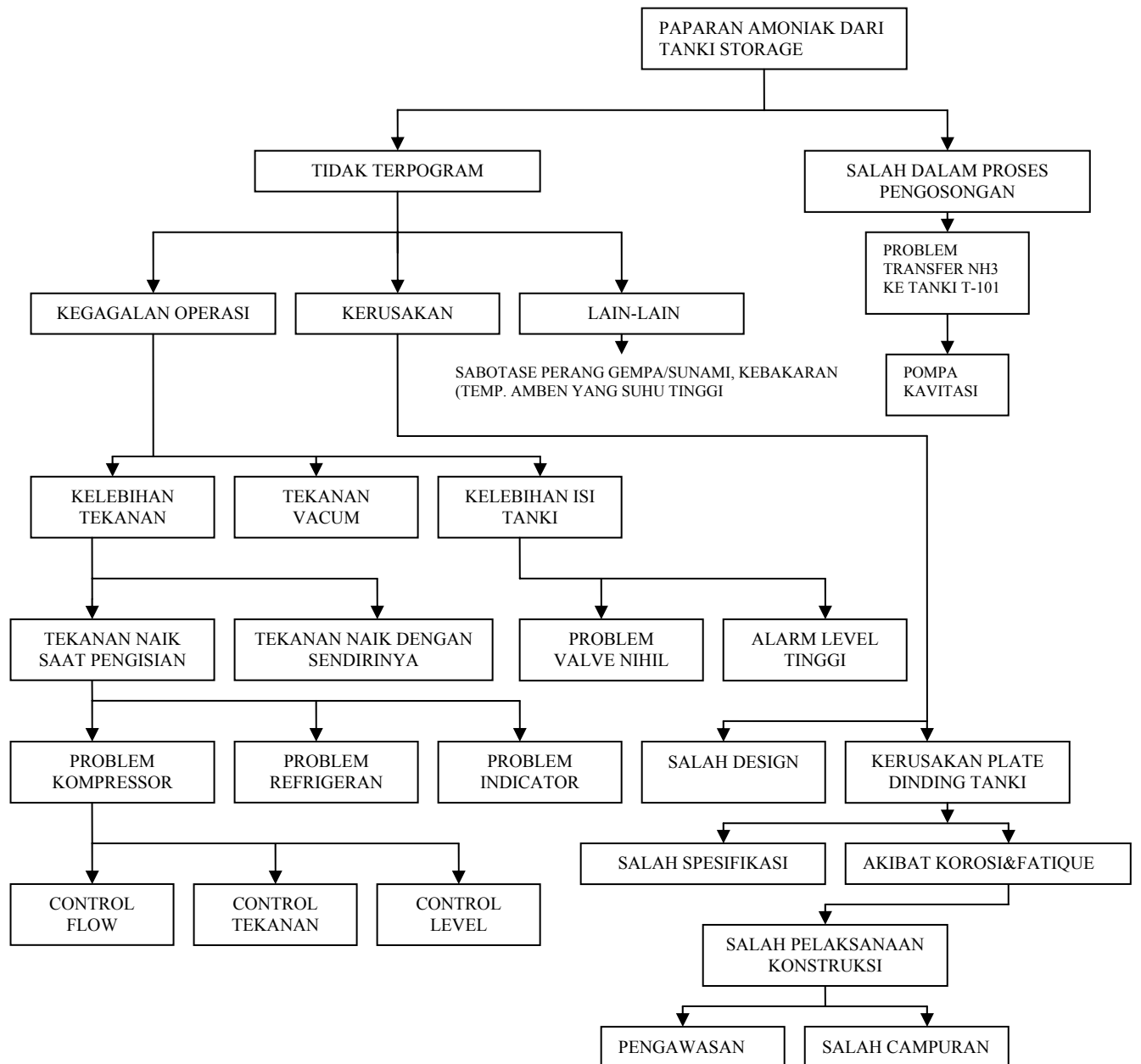
1. *Pressure Safety Valve* PSV-30640 / 1 / 2 di pasang pada Amoniak Separator dan diatur pada setting tekanan 5 bar. Tujuan untuk melindungi tekanan rendah dari compressor utama G-3001 / G-3002 agar line suction antara F-3003 dan amoniak storage tidak menutup.
2. *Pressure Safety Valve* PSV-30501 (PSV-30057) untuk melindungi tekanan rendah dari Interstage Compressor Utama G-3001 / G-3002.
3. *Pressure safety valve* PSV-30626 dan PSV-30637 untuk melindungi semua seksi dari system yang berisi amoniak liquid, termasuk pipa-pipa.
4. *Pressure safety valve* PSV-30501 / PSV-30057 untuk melindungi tekanan rendah shell side di Subcooler E-3010 / E-3011 dari Low Pressure (LP) stage compressor utama G-3001 / G-3002.

Selain pengaman tekanan diatas juga, ada E-3008 / E-30137 yang berfungsi membuang komponen gas yang tak dapat dikondensasi (*inert*) yang berasal dari Condenser E-3001 / E-3002. Gas inert mempunyai efek negative terhadap proses kondensasi yang mempengaruhi tekanan tanki di amoniak storage. Untuk itu *gas inert* atau campuran residual gas yang ada melalui “*manual valve*” H-30228 / H-30225 dibuang ke *Flare*. Pengoperasian

menggunakan *Solenoid Valve* SV-30606 / 1 (SV-30607 / 1) dan SV-30602/2 (SV-30607/2) yang diatur dari pressure switch PSL-30606 / PSL-30607 melalui Pressure Transmitter PT-30606 atau PT-30607,

IDENTIFIKASI BAHAYA AMONIAK STORAGE

Paparan amoniak dimungkinkan dapat terjadi oleh 2 (dua) akibat yakni dari kegiatan terprogram seperti program *internal inspect* dan kejadian tak terprogram/gangguan seperti kebocoran sistim tangki atau terjadinya peledakan tangki, Skema untuk mengidentifikasi kemungkinan kondisi yang dapat menimbulkan terlepasnya amoniak dari tangki ,digambarkan sebagai berikut :



URAIAN IDENTIFIKASI BAHAYA KEBOCORAN AMONIAK.

PENYEBAB INTERNAL :

1. Faktor Kegagalan Operasi :

Kegagalan operasi bisa berupa terjadinya penyimpangan kondisi pada tangki, seperti : kelebihan tekanan atau sebaliknya berupa kekurangan tekanan (rendah/vakum) dan kelebihan volume yang melebihi batas setting yang ditetapkan. Variasi penyebab penyimpangan-penyimpangan ini bisa oleh karena kegagalan kerja kompresor, kegagalan sistim instrumentasi atau karena perubahan sendirinya oleh karena kondisi temperatur lingkungan yang ekstrim yang mempengaruhi sistem tekanan dalam tangki. Kegagalan operasi juga dapat disebabkan oleh kesalahan prosedur .

2. Faktor Kerusakan Konstruksi :

Kerusakan konstruksi tangki yang menyebabkan terjadinya kebocoran amoniak disebabkan oleh beberapa faktor seperti salah design, salah dalam pengerjaan saat konstruksi atau salah dalam pemilihan spesifikasi material yang digunakan yang kemudian berakibat pada turunnya kualitas yang berpengaruh terhadap faktor fatigue dan kemudahan korosi .

3. Faktor Kegiatan Khusus .

Kegiatan khusus yang dapat menimbulkan kebocoran atau paparan amoniak ke lingkungan adalah kegiatan pemindahan amoniak ke tangki lain atau kegiatan loading ke kapal, atau saat adanya program pengosongan tangki yang harus membuang sisa cairan amoniak ke chemical pond, termasuk saat pemindahan amonia water ketangki WWT (waste water tank) dipabrik urea .

PENYEBAB EXTERNAL :

1. Faktor Alam :

Faktor alam seperti gempa bumi atau tsunami atau sambaran petir dapat menimbulkan kerusakan tangki yang mengakibatkan bocornya amoniak kelingkungan. Faktor alam ini untuk daerah Kalimantan Timur ,kejadian atau sejarah kejadian belum pernah ditemukan.

Sehingga faktor ini bisa dianggap tidak ada, sedang untuk kasus sambaran petir daerah Bontang tidak masuk dalam daerah/peta petir, tidak seperti didaerah Cilacap Jawa Tengah.

2. Faktor Keamanan :

Faktor keamanan yang dapat mengancam keselamatan sistim tangki adalah situasi keamanan yaitu adanya perang atau sabotase. Faktor keamanan seperti halnya diatas dimasukkan dalam prediksi tidak ada .

ANALYSA KONDISI SYSTIM TANGKI PENYIMPAN AMONIAK .

Untuk menganalisa fakta yang ada pada sistim tangki amoniak storage dipergunakan analisa SWOT yakni :

Analysa kondisi internal

Kekuatan dan kelemahan pada sistim tangki penyimpanan amoniak dalam mempertahankan kehandalan agar tetap dapat beroperasi dengan aman, meliputi :

Kekuatan (strengths) :

1. Memiliki sistim pengamanan secara berlapis .
2. Pelaksanaan pemeriksaan berkala sebagai jaminan ditemukanya penyimpangan baik material maupun prosedur ,sehingga secara dini dapat dilakukan perbaikan.
3. Dukungan dan komitmen maajemen serta dukungan dana untuk pengadaan sarana pengaman,perbaikan dan peningkatan kemampuan tenaga kerja tercukupi.

4. Peluang training bagi oprator dan karyawan lain yang terkait termasuk mengundang konsultan dapat dipenuhi.
5. Kerja sama tim yang baik dalam memecahkan permasalahan pengamanan sistim tangki.
6. Sistim operasi dengan teknologi canggih memudahkan karyawan /operator dalam bekerja.

Kelemahan (Weaknesses)

1. Rendahnya budaya K3 dan safety minded karyawan tingkat bawah.
2. Disiplin karyawan dalam penggunaan alat pelindung diri
3. Prosedur-prosedur K3 dan Lingkungan yang kurang diperhatikan, sehingga kurang maximum dalam penerapannya.
4. Peralatan yang sebagian sudah berumur tua, sehingga performance tinggi peralatan diragukan.
5. Lokasi berada dilingkungan laut, sehingga banyak material logam terkorosi.

Analisa kondisi External

Peluang dan ancaman yang dihadapi dalam mempertahankan keandalan Sistim tangki meliputi :

Peluang (opportunities) :

1. Loyalitas kerja karyawan yang tinggi dan banyak yang masih berusia muda. sehingga memudahkan proses transfer knowledge dan komunikasi.
2. Dukungan manajemen yang begitu kuat untuk mempertahankan sistem tangki senantiasa dapat beroperasi dengan normal.
3. Kapasitas tangki yang besar mendukung ketersediaan bahan baku urea yang memadai.
4. Memberi jaminan kepada pelanggan atas kelangsungan suplai produk..

Ancaman (threats) :

1. Menjadi target sabotase , jika ada gangguan aspek sekuriti.
2. Ancaman keselamatan jika terjadi kebocoran .

4.11. PAPARAN AMONIAK OLEH KEGIATAN PEMERIKSAAN TANGKI AMONIAK (KEGIATAN TERPROGRAM)

Kegiatan pemeriksaan tangki memiliki potensi gangguan lingkungan berupa paparan amoniak, khususnya saat pelaksanaan pekerjaan yang meliputi :

A. Pekerjaan Pengosongan Tangki :

- i. Tahap persiapan
- j. Tahap transfer amoniak dari tangki F-3001 ke tangki T-101.
- k. Tahap injeksi larutan amoniak kedalam tangki.
- l. Tahap injeksi water hidrant atau row water kedalam tangki.
- m. Tahap un- load larutan dari tanki menuju ke chemical pound.
- n. Drain sisa larutan ke sewer.
- o. Injeksi nitrogen (N_2) kedalam tangki.
- p. Injeksi plant air (pengganti N_2) kedalam tangki .

Tahapan yang memungkinkan terjadi kebocoran adalah tahap tranfer amoniak dari tangki F-3001 ketangki T-101. berupa kenaikan tekanan di tangki yang diisi sehingga berpotensi terbukanya *pressure safety valve* dan jika operasi transfer tersebut terlalu cepat memungkinkan terjadi tekanann vakum ditangki F-3001. Sedangkan pada tahap pekerjaan un-load larutan amoniak dari tangki F-3001 ke tangki *WWT* di pabrik Urea dan ke *chemical pound* serta pembuangan sisa cairan ke sewer adalah sama-sama berpotensi menimbulkan paparan.

B. Pekerjaan pembuangan limbah.

Cairan sisa pembersihan yang digunakan untuk pembersihan tanki masih mengandung amoniak dan olie, sehingga perlu diolah lebih lanjut di *chemical pound* agar tidak mengganggu lingkungan.

Pekerjaan pembuangan limbah dibagi dalam 3 kegiatan :

- Kegiatan Pengangkutan.

Mensyaratkan kepada semua driver untuk memakai gas masker amoniak, *chemical glove* dan persiapan *chemical swit*. Pengangkutan berlangsung mulai dari lokasi tanki menuju *chemical pond* yang jaraknya cukup jauh,

dimana jika dalam perjalanan ada bagian peralatan truk tangki yang gagal atau terjadi kecelakaan, ini sangat berpotensi terjadi paparan amoniak.

- **Kegiatan Pembuangan ke Chemical Pond.**

Batasan konsentrasi amoniak ke lingkungan juga tidak boleh lebih dari 30 ppm dan konsentrasi ini diamati sejak dari chemical pond keluar sampai radius jarak 100 m.

- **Kegiatan Pengendalian bau amoniak di chemical pond.**

Pada kegiatan ini dilakukan program airasi di chemical pond dengan pengaturan, jika konsentrasi amoniak lebih dari 30 ppm, maka dilakukan langkah-langkah stop pompa airasi dan stop pembuangan ke chemical pond.

Tahapan penting lain pada pekerjaan pengosongan tangki adalah pada:

- Tahap menurunkan level tangki F-3001, dengan cara mengtransfer amoniak dari F-3001 ke tangki T-101.

Pada tahap ini hampir keseluruhan pekerjaan lapangan dilaksanakan oleh pihak operasi. Dampak lingkungan yang timbul hampir dikata tidak ada, hanya ada pekerjaan yang paling ketat yaitu monitor kenaikan tekanan di tangki T-101 agar tetap terkendali.

- Tahap menurunkan konsentrasi amoniak dengan menginjeksi amoniak demin water sampai konsentrasi amoniak dalam tangki 30%, amoniak dengan konsentrasi ini dikirim ke unit *WWT* (waste water tanki) untuk diolah lebih lanjut.

4.12. P-D-C-A ADA PROGRAM PENGOSONGAN TANGKI PENYIMPAN AMONIAK.

Selama pelaksanaan pengosongan tangki amoniak untuk program pemeriksaan bagian dalam tangki, sangat dimungkinkan adanya dampak negatif berupa pencemaran lingkungan oleh amoniak. Untuk itu perlu

perencanaan kerja sebaik-baiknya,serta melaksanakan tindakan pencegahan terpadu sebagai berikut:

PLAN :

Mencegah timbulnya dampak negatif oleh paparan amoniak selama program pengosongan tanki berlangsung.

DO :

Membentuk dan melaksanakan hazop.

Membuat prosedur kerja untuk keselamatan dan lingkungan :

- Tahap pemindahan amoniak cair dari tangki F-3001 ke tangki 22-T-101.
- Tahap pekerjaan penguapan dan pengkondensasian kembali cairan amoniak F3001 yang tidak dapat dipompa.
- Tahap pembakaaran uap amoniak yang tidak dapat dikondensasi oleh Refrigerant.
- Tahap pembuatan larutan amoniak water 10 % - 30 %
- Tahap pelaksanaan injeksi amoniak water 10 %-30 % ke F – 3001 .
- Tahap unload amoniak water

Melakukan antisipasi bahwa larutan yang mengalir,karena pengosongan tangki dibagian dasar dimungkinkan banyak mengandung oli yang harus dikumpulkan. Oli ini dikumpulkan, dimasukkan dalam drum dan disimpan digudang penyimpanan oli bekas .

Kotoran berupa pasir dapat dibuang ketempat pembuangan akhir.

Melakukan pengolahan limbah sisa amoniak dari tangki di chemical pound area Fire Ground.

Control:

- Melaksanakan monitoring pada tiap tahapan pekerjaan .
- Meyakinkan proses pemisahan oli dan air (pemisahan oli dan air ditangki pemisah,pemisahan oli dan air dengan mobil penyedot,pengumpulan oli dibak oli di Fire Ground.,pemisahan oli

dan air langsung dari drum, penanganan oli yang tercecer atau mengalir ke sewer).

- Penggunaan Chemical pond secara benar.

Action :

- Melakukan evaluasi dan review dari setiap aktifitas diatas selanjutnya mengusulkan prosedur untuk dibakukan .

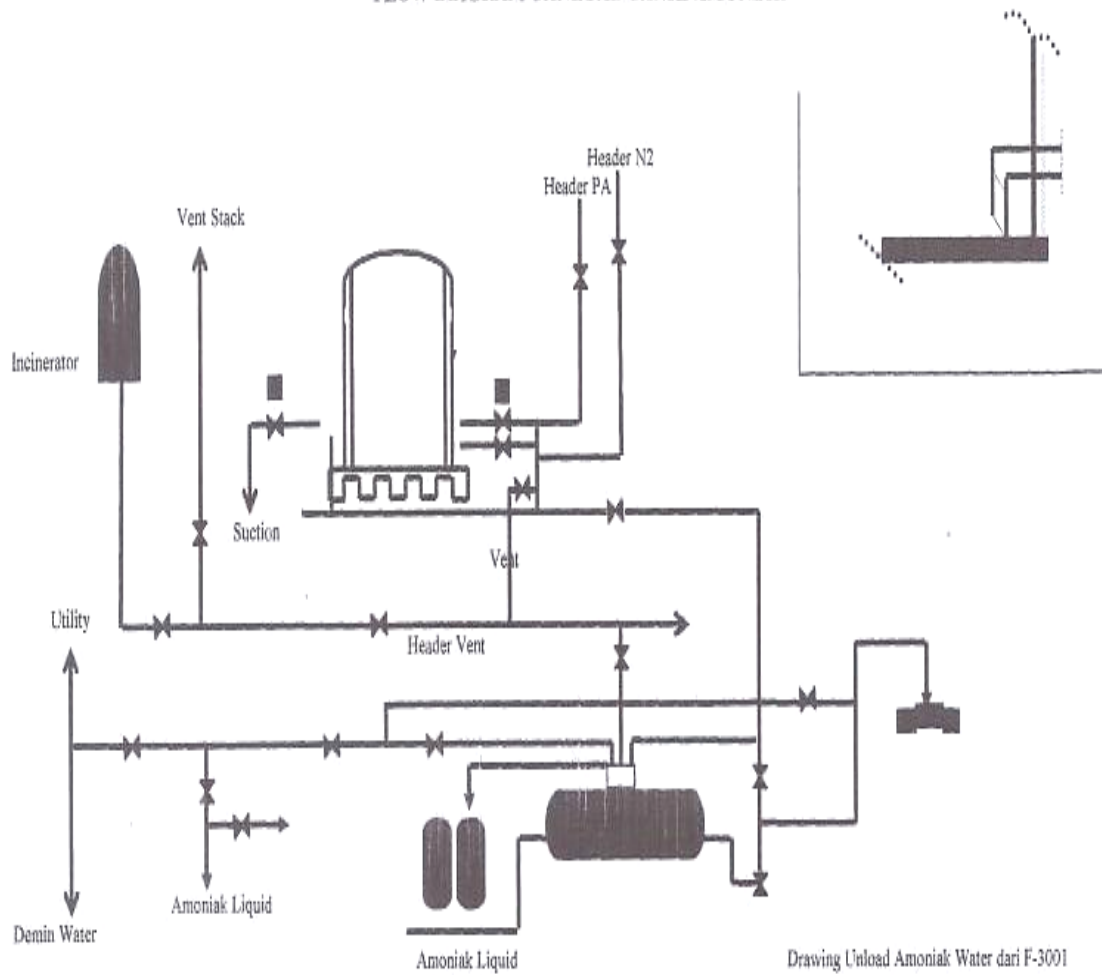
Pola produksi bersih yang diterapkan pada program pengosongan tangki :

Reduce : memindahkan sebanyak mungkin cairan amoniak dari tangki F-3001 ke tangki lain T-101. Sehingga cairan amonia tertinggal menjadi sangat sedikit dan beban pengolahan limbah di chemical pond berkurang .

Recycle dan Reuse : mengencerkan amoniak dalam tangki dengan konsentrasi tinggi dengan air menjadi amoniak water ,selanjutnya diolah kembali dipabrik urea, sehingga mengurangi jumlah sisa amoniak yang harus dibuang dan mengolahnya menjadi produk .

Recovery: rencana mengproses limbah amoniak menjadi pupuk cair .

FLOW DIAGRAM UNLOAD TANKI AMONIAK



Gambar 4-3 Flow sheet unload amoniak dari tanki

4.13. PERSIAPAN SARANA DAN PERALATAN MENGHADAPI KEBOCORAN AMONIAK.

Kebocoran amoniak yang tak terkendali dari sistim tangki , baik dari kegiatan terprogram maupun yang tidak terprogram dapat juga mengarah pada kecelakaan industri. Untuk antisipasi terhadap kejadian ini , telah dibuat Prosedur Tanggap Darurat dan segala fasilitasnya ,termasuk program latihan secara periodik. Beberapa fasilitas disiapkan antara lain :

1. Asembly Point / tempat berkumpul

Assembly point dimaksudkan sebagai tempat berkumpul untuk memudahkan proses evakuasi. Koordinasi dan transportasi menjadi mudah dengan adanya assembly point di pilih berdasar :

1. Strategis.
2. Kecukupan daya tampung.
3. Kemudahan akses kendaraan.
4. Lokasi paling aman.

Terdapat 4 buah area assembly point yakni :

1. Halaman Kantor Hijau.
2. Terminal Plant Site.
3. Halaman Gedung JPP.
4. Halaman Kantor / Gedung Shipping.

2. Gedung Aman Sementara (GAS)

Gedung Aman Sementara adalah Gedung tempat kerja yang ada waktu keadaan darurat , gedung tersebut digunakan untuk kegiatan bantuan medis sementara sebelum korban di bawa ke Rumah Sakit PKT.

Gedung aman Sementara pada kondisi normal dilengkapi/disiapkan sarana medis baku yaitu botol oxygen bantuan untuk pernafasan yang selalu dalam posisi stand by, seperangkat tandu dan perlengkapan Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan.(P3K).

Pemilihan Gedung Aman Sementara adalah berada dekat sementara yang telah disiapkan antara lain :

1. Gedung Kantor Hijau.
2. Gedung Kantor JPP (Jasa Pelayanan Pabrik).
3. Gedung Kantor Shipping.

3. Posko Penanggulangan Tanggap Darurat

Posko sebagai pusat Komando memiliki fungsi penting dalam koordinasi tanggap darurat, Gedung Posko haruslah memenuhi syarat :

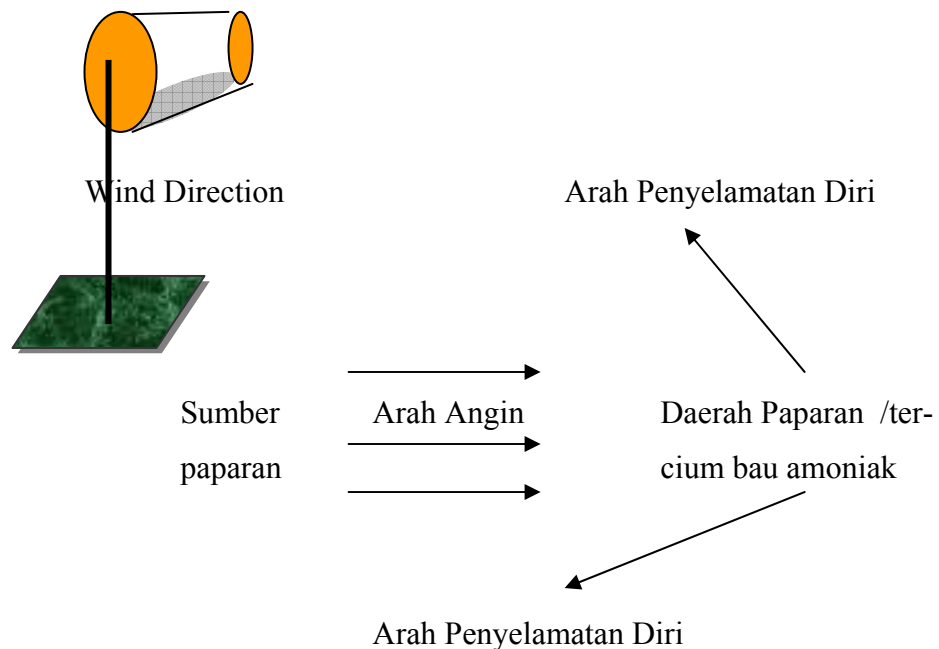
1. Kadep gas / aman.
2. Mudah dijangkau.
3. Memiliki sarana komunikasi dan transportasi.
4. Sedapat mungkin pada posisi yang tinggi, sehingga komandan / petugas dapat terlihat segala arah.
5. Dilengkapi alat pelindung diri yang memadai.

4. Wind Direction

Wind direction digunakan sebagai petunjuk arah angin yang dipasang pada tempat-tempat tertentu, pada tempat-tempat yang tinggi, mudah dilihat dan mewakili petunjuk arah angin.

Prinsip mengetahui arah angin adalah sebagai petunjuk kemana harus penyelamatan dari dari bahaya amoniak.

Skema petunjuk penyelamatan diri :



5. Fasilitas Alat Pelindung Diri (Breathing Apparatus)

Untuk melindungi pernafasan dari bahaya gas amoniak digunakan Breathing Apparatus yaitu alat Bantu pernafasan dengan menggunakan tabung gas. Breathing Apparatus memiliki perlengkapan yang cukup banyak dan kemampuannyapun cukup besar.

Tabung gas ini berisi udara murni yang dimampatkan, sehingga bertekanan antara 150-200 bar. Prinsip kerjanya adalah bahwa tekanan udara berangsur-angsur di kurangi secara otomatis sampai tekanan udaranya sama dengan udara normal. Udara hasil pernafasan (bekas) dibuang melalui katub pengeluaran ke udara luar.

Dalam lingkungan udara yang penuh dengan gas amoniak. Pengguna BA tetap akan aman. Saat ini persediaan breathing Apparatus jumlahnya sangat terbatas hanya 169 unit, dibanding dengan karyawan yang ada dipabrik sangat tidak memadai, untuk itu maka penempatan breathing apparatus hanya pada lokasi-lokasi yang rawan .

Mengingat bahwa ancaman kebocoran amoniak ini tetap ada maka sebaiknya perusahaan segera menambah pengadaan breathing apparatus ini. Idealnya tiap operator dalam satu shift disiapkan masing-masing satu unit.

6. Ruang Kedap Gas .

Untuk pengamanan operasional pabrik sampai pabrik berhenti dengan normal, maka pada kondisi darurat harus tetap ada petugas yang dalam ruang pengendali untuk beberapa saat / jam, guna mengamankan pabrik . Hal ini adalah untuk mencegah timbulnya bahaya-bahaya tambahan akibat *Shut Down* tidak normal. Selain itu juga untuk langkah-langkah penanggulangan seperti harus mengaktifkan peralatan-peralatan emergency dan lain-lain.

Untuk petugas yang harus tetap tinggal mengamankan pabrik tersebut, mereka berada di ruang aman / control Room yang merupakan Ruang Kedap Gas.

Ruang Kedap Gas harus dalam kondisi :

- ~ Tidak ada udara pencemar dari luar yang masuk (rapat)
- ~ Udara ruang dengan kandungan O₂ cukup (dilengkapi make-up O₂)
- ~ Petugas dapat bekerja dengan aman.

Kebutuhan make-up O₂ didasarkan pada jumlah orang didalamnya, volume ruangan dan jenis kegiatan. Hal ini agar petugas tidak mengalami “deefisiensi gas asam”.

7. Fasilitas Fire Hydrant.

Fire Hydrant di bangun secara tetap khususnya untuk persiapan penanggulangan bahaya kebakaran. Mengingat bahwa pabrik pupuk dalam proses produksinya menggunakan bahan baku gas alam yang mudah terbakar dan explosive. Apalagi dan flammable, maka keberadaan fire hidran sangat penting sekali.

Selain sebagai media dan sarana penanggulangan kebakaran. *Fire Hydrant* juga digunakan sebagai pengecer pada kasus terjadi kebocoran bahan-bahan kimia khususnya amoniak.

Amoniak larut dalam air, maka dengan menyiram *Fire Hydrant* pada bagian yang bocor maka amoniak akan berkurang konsentrasi dan luas paparnya.

Fasilitas Fire Hydrant di PT. Pupuk Kaltim dibagi dalam 2 (dua) area pabrik :

- Zona 1 (satu) area Pabrik :

NO	PERALATAN	JUMLAH (UNIT)
1	Fire Hidran	146
2	Fire Box	17
3	Fire Monitor	11

- Zona 2 (dua) area Luar Pabrik dan Perumahan Karyawan

NO	PERALATAN	JUMLAH (UNIT)
1	Fire Hidran	136
2	Fire Box	18

Kebutuhan air hidran disiapkan pada sebuah tanki F-2204 yang berkapasitas m³ dengan kelengkapan pompa untuk transfer dan tekanan yang mencapai 6 kg/cm² sampai dengan 6,5 kg/cm² merata tiap hidran. Jumlah pompa ada 4 (empat) buah terdiri dari 2 (dua) buah pompa diesel (resiprocaring) dan 2 buah pompa motor (cetritugal). Kerja pompa diatur jumlahnya disesuaikan dengan kebutuhan penggunaan air, untuk menjaga tekanan hidran tetap normal pada 6 kg/cm².

Untuk mendukung kelancaran keberhasilan dalam setiap operasi emergency, maka Pupuk Kaltim menyiapkan peralatan / sarana pendukung lain seperti :

NO	PERALATAN/SARANA	JUMLAH (UNIT)
1	Fire Truck	6
2	Ambulance	3
3	Operasional Mobil Komando	2
4	Truck Tanki Air	2

Sedangkan untuk persiapan man power, maka secara Shift selama 24 jam ada petugas stand by yang disiapkan khusus sebagai petugas

penanggulangan kebakaran (PMK) yang memiliki tugas dan tanggung jawab sbb :

No	JABATAN/TUGAS POKOK	JUMLAH ORANG	LOKASI
1	Koordinator Umum/Foreman	1	Pabrik
2	Koordinator Fire Station/Kepala Regu	1	Pabrik
3	Operator Utama (Fire Truck	1	Pabrik
4	Nozle Man	3	Pabrik
5	Operator Tanki	2	Pabrik
6	Driver Ambulance	1	Pabrik
7	Operator Pompa	1	Pabrik
8	Helper Fire Station	1	Pabrik
9	Operator Fire Truck	1	Luar Pabrik
10	Operator Tanki Truck	1	Luar Pabrik
11	Nozle Man	1	Luar Pabrik

Dalam 1 (satu) Shift personil yang bekerja untuk stand by penanggulangan, berjumlah 14 personil. Dalam hal emergency petugas PMK ini dibantu oleh anggota Gugus Penanggulangan Kebakaran (Gupenkar) yang berjumlah keseluruhan 144 orang yang terdiri dari group A, B, C dan D.

8. Sarana transportasi

Jika terjadi Kecelakaan Industri, perusahaan telah menyiapkan sarana transportasi baik transportasi darat maupun transportasi laut, berupa Bus, kendaraan roda. Empat, Speedboat dan Kapal tunda .

9. Prosedur tanggap darurat kecelakaan industri.

Perusahaan telah membuat Prosedur Tanggap Darurat Kecelakaan Industri yang telah disosialisasikan dan dibakukan dalam ISO 14000 &

SMK3, dan selanjutnya telah beberapa kali dilakukan latihan bersama , baik darurat darat maupun laut.

Prosedur tanggap darurat ada pada lampiran .

DATA KUISIONER UNTUK MENGUKUR PEMAHAMAN PROSEDUR.

Untuk penelitian ini dibagi sejumlah 150 quisoner yang ditujukan kepada karyawan yang bekerja pada area zona-1 dan zona-2. Tujuan pertanyaan dari Kuisisioner ini, adalah untuk mendata seberapa jauh karyawan mengerti menanggapi dan perhatian terhadap K3 pada umumnya dan resiko besar / tanggap darurat pada khususnya. Dari 150 lembar pertanyaan yang di sebar, 235 lembar yang kembali, dengan hasil sbb :

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		Ya	Tidak
1	Sumber bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan besar / tanggap darurat.	132	3
2	Mengetahui jenis tanggap darurat.	77	45
3	Dapat membedakan perbedaan tanda-tanda bunyi sirine tanggap darurat.	105	21
4	Mengetahui lokasi-lokasi tempat berkumpul dan Gedung Aman Sementara.	109	17
5	Menentukan arah berlari menyelamatkan diri dari bau amoniak	123	1
6	Tindakan bila mendengar bunyi sirine tanggap darurat.	104	10
7	Mengetahui pelindung pernafasan yang paling sederhana.	102	12
8	Mengetahui bahwa di PT. Pupuk Kaltim telah dibuat prosedur jika terjadi tanggap darurat.	107	18

9	Ikut berpartisipasi dalam latihan tanggap darurat.	91	36
10	Mengetahui adanya penyediaan alat pelindung diri dimasing-masing Unit Kerja.	76	59

Selain dari pengisian kuisisioner juga dilakukan wawancara langsung kepada 10 (sepuluh) responden, yang mana rata-rata menginginkan adanya program sosialisasi /training tentang prosedur yang ada dan mengharap kepada perusahaan untuk meningkatkan perlindungan terhadap karyawan dan masyarakat serta lingkungan, mengingat perusahaan mempunyai kekuatan modal dan kemampuan sumber daya manusia yang cukup tinggi. Maka ancaman bahaya tersebut diminta untuk dihilangkan/diminimumkan.

4.14. EVALUASI KELEMAHAN EXISTING

EVALUASI PROSEDUR OPERASI.

Prosedur operasi telah dibuat dan dilaksanakan oleh operator akan tetapi mengingat bahwa penyebab kecelakaan bisa disebabkan oleh factor manusia, maka dalam *SOP* perlu di tambah pengingat terutama dalam menjaga tekanan tangki melalui pengoperasian kompresor yng handal, sebagai berikut :

Prosedur operasi compressor refrigeration :

Kondisi Saat Start- Up

- Lakukan pemeriksaan sebelum start up.
- Lakukan pemeriksaan status system / peralatan sebelum start up dimulai.
- Lakukan pemeriksaan menyeluruh system pendukung termasuk pelumasan, system cooling water serta system pendukung lainnya.

Kondisi Saat Operasi Normal.

Lakukan pembebanan sesuai kebutuhan.

- Monitoring dan pengaturan seluruh peralatan pendukung maupun utama.
- Monitoring kondisi operasi serta status keselamatan system dan peralatan.
- Monitor dan aktifkan system *interlock* untuk memastikan bahwa *shut down system* peralatan akan selalu tercontrol dan berjalan dengan aman dan efektif.

Kondisi Saat Shut Down

- Pastikan penyebab *shut down* dengan personil dari system terkait sebelum melakukan isolasi atau *shut down* system peralatan. Lakukan pengendalian untuk meminimasi kerusakan dan bahaya. *Shut down system* sesuai prosedur. Lakukan pemeriksaan awal untuk menentukan perbaikan / pemeliharaan yang perlu dilakukan agar system / peralatan dan lakukan persiapan untuk kegiatan perbaikan.
- Siapkan *work permit* untuk pekerjaan tersebut. Peningkat diatas ditulis dan di laminating atau dijadikan buku saku bagi operator. Sedangkan untuk pegangan dalam monitoring perlu mengetahui "*Performance Killer*" seperti :
 - Fluktuasi level dan cairan amoniak dalam tanki.
 - Kegagalan instrumentasi atau kesalahan indikasi.
 - Electrical Failure.
 - Mechanical Failure.
 - Problem operasi

Evaluasi Program Pemeriksaan Tangki .

Program pemeriksaan visual dilakukan dengan periode setengah tahunan, Untuk menjamin bahwa kondisi konstruksi sistim tanki ini tetap handal dan mencegah terjadinya kebocoran oleh faktor-faktor material

tanki dapat diketahui adanya penyimpangan atau adanya kerusakan lebih awal, maka secara periodik tanki penyimpan amoniak ini perlu diprogramkan untuk dilakukan pemeriksaan periode bulanan. Sedangkan pemeriksaan secara umum bagian dalam tanki perlu terus dilaksanakan sebagaimana ketentuan peraturan yang telah ditetapkan.

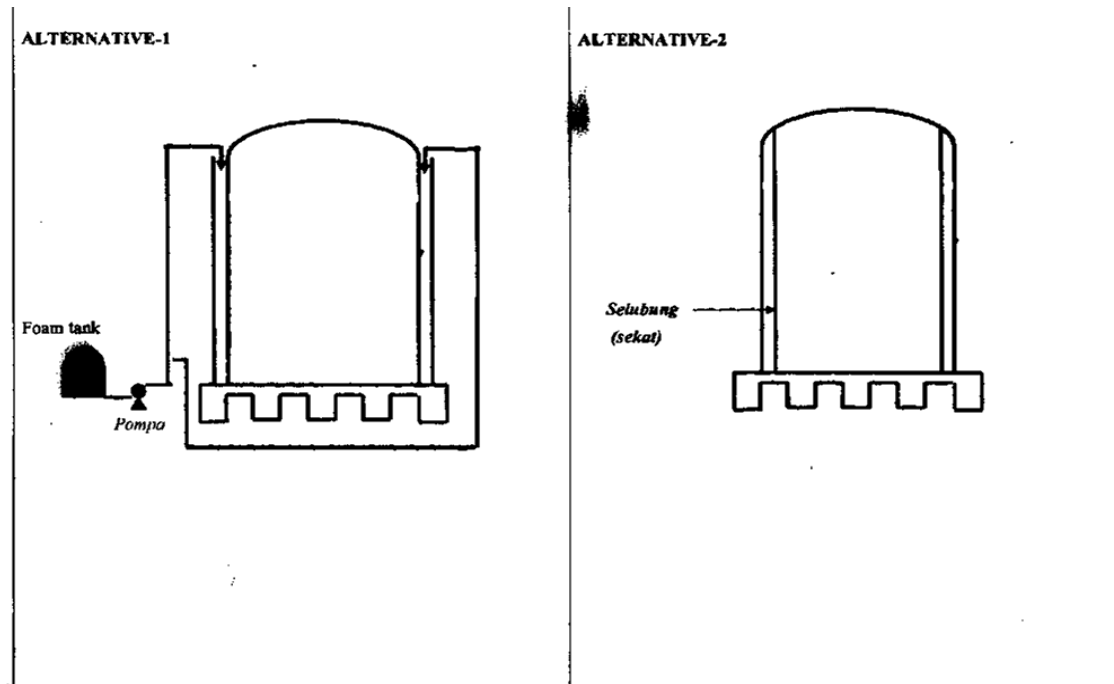
Pemeriksaan Visual meliputi :

1. Kondisi isolasi.
2. Struktural
3. System piping dan pipe racknya.
4. Tiang pancang pondasi.
5. System electric berikut kabelnya.
6. Grounding system.
7. Survey elevasi.

Evaluasi Kelemahan Design Konstruksi Tangki .

Design tanki yang *single wall* sangat rentan terhadap kebocoran baik karena dinding yang hanya satu lapis maupun konstruksi yang relative lemah dari aspek kekuatan menerima benturan dan tekanan, disamping itu konstruksi *single wall* relative peka terhadap temperatur lingkungan . untuk itu perlu ada modifikasi konstruksi tanki dengan usulan sebagai berikut :

Tanki yang ada , dipasang selubung sekelilingnya setinggi tanki, dilengkapi *Sistim Foam* , dengan tujuan jika terjadi kebocoran laju penguapan amoniak akan dihambat oleh adanya foam . dinding selubung juga berfungsi sebagai buffer juga berfungsi sebagai dike pertama sebelum dike area .



Gambar 4-4 Usulan modifikasi tangki

EVALUASI SISTEM COMPRESSOR REFRIGERATION.

Sistem Refrigerant Compressor yang terdiri dari Compressor G-3001 dan G-3002, cooler, Condensor, Sparator dan segenap sistem instrumentasinya. Sistem Compressor akan memberikan kinerja yang optimal jika seluruh komponen dapat berfungsi dengan baik. Compressor membutuhkan tenaga listrik cukup besar yakni masing-masing 1 (satu) megawatt. Kelemahan Compressor dengan kebutuhan tenaga listrik yang besar ini merupakan kesulitan tersendiri, karena apabila terjadi emergency /gangguan penyediaan tenaga listrik karena sesuatu hal seperti shutdown pabrik, Compressor tidak dapat dijalankan, jika gangguan ini berlangsung lama, maka tekanan tangki amoniak storage akan naik yang dapat mengakibatkan pengaman tangki (pressure safety valve) membuka dan membuang amoniak ke udara lingkungan. Saat ini PT Pupuk Kaltim telah memiliki 1 (satu) unit Emergency Diesel Generator), akan tetapi dalam pengoperasiannya untuk menaikkan

tegangan dari 500 volt. ke 6,6 k.volt belum memiliki Travo independen dan masih menggunakan travo milik pabrik urea. Akibatnya jika travo diaktifkan untuk kepentingan suplai tenaga listrik ke Compressor sistim tangki amoniak ,terlebih dulu pabrik urea kaltim -1 harus dimatikan. Kelemahan lain adalah proses start-up Compressor berjalan lama yang memungkinkan tekanan tangki amoniak menjadi lebih tinggi. Untuk itu penyediaan travo emergency haruslah tersendiri dan independen untuk keperluan tetap beroperasinya Compressor Refrigerant pengendali tekanan amoniak storage. Hal lain yang perlu mendapat perhatian adalah program preventive maintenance, Compressor G-3001 dan G-3002. usianya cukup tua ,perlu perhatian khusus terhadap kondisi gasket, packing dan tubing–tubing instrumentasi karena memiliki potensi kebocoran.

Sistim Compressor Refrigerant memiliki inert gas yang setiap saat dibuang keudara melalui Venting otomatis control valve, inert gas ini masih mengandung amoniak. Untuk itu pipa / line venting ini sebaiknya disambung menuju Unit Incinerator untuk dibakar.

EVALUASI KELEMAHAN INCINERATOR.

Saat ini unit incinerator di sistim tangki penyimpanan amoniak telah dioperasikan terus-menerus , berbeda dengan 3 bulan sebelumnya. Kelemahan yang ada saat ini adalah pada pipa suplai Natural Gas bahan bakar , banyak yang terkorosi sehingga dikhawatirkan sewaktu-waktu bisa bocor., yang dapat menimbulkan kebakaran.

EVALUASI KELEMAHAN SISTEM PIPING.

Sistem perpipaan yang ada saat ini terdapat beberapa kelemahan, khususnya pada valve, yakni belum digantinya jenis valve inlet (pemasukan) amoniak menuju tangki ,yang saat ini masih dioperasikan secara manual, ini cukup berbahaya karena lokasi yang cukup jauh dari penjagaan operator ,sehingga perlu waktu menuju tempat tersebut serta

hanya mengandalkan tenaga operator untuk menutup saat *High Level*. Untuk itu Block Valve tersebut perlu segera diganti dengan jenis *Quick Valve* yang dapat dioperasikan dari *Control Room*.

EVALUASI KELEMAHAN PELAKSANAAN PENGOSONGAN TANGKI

Saat pengosongan tangki masih terdapat sisa cairan yang cukup banyak dibagian bawah / lantai dasar tangki, hal ini menimbulkan masalah tersendiri yaitu masih banyaknya amoniak yang harus dibuang, menambah beban di Chemical Pond dan menimbulkan pencemaran lingkungan.

Hal ini tidak bisa karena kotoran tersebut masih mengandung amoniak, diatas 10 ppm. Dalam jumlah larutan sisa setinggi 20 cm sebenarnya ketinggian 20 cm tersebut masih bisa diupayakan untuk diturunkan dengan cara memperpanjang pipa line draine lebih ke bawah sehingga sisa cairan yang tertinggal relatif sedikit yang hanya terdiri dari pasir dan olie saja. Jika hal ini dilakukan, maka belum chemical pound dan lingkungan menjadi rendah karena jumlah sisa cairan yang diolah di chemical pound relatif berkurang.

Dari hasil pengamatan pada program pengosongan tangki sebelumnya, cairan sisa termasuk olie dan pasir semua hanya setebal ± 1 cm, sedang lapisan olie dan pasir yang ada di bagian terbawah hanya setelah ± 3 mm.

Dengan demikian jika usulan perpanjangan line suction draine tanki ini *dilaksanakan* akan ada keuntungan antara lain :

1. Menghemat cairan yang harusnya terbuang.
2. Memperpendek waktu pengosongan tanki, karena dengan sisa amoniak yang sedikit (level lebih rendah) proses pengenceran lebih cepat.
3. Beban chemical pond dan lingkungan akan lebih rendah, karena konsentrasi amoniak yang rendah.

Jika tambahan perpanjangan line draine suction pompa dilaksanakan, maka dengan pertimbangan tebal lapisan lumpur, olie dan pasir setinggi 4 mm dan ukuran pipa *mengikuti* existing yakni :

$$A_1 = A_2$$

$$\frac{1}{4} \pi D^2 T = \pi D T$$

dimana : T = 4 mm

Perpanjangan : 200 mm-40 mm = 160 mm

Diameter tanki : 38510 mm

$$\frac{1}{4} \pi D^2 T = \frac{1}{4} \pi (38510)^2 \cdot 160 \text{ mm}$$

$$= 186,26 \text{ m}^3$$

dapat di hemat pembuangan amoniak sebanyak 186.26 m3.

EVALUASI PENANGKAL PETIR, GROUNDING DAN BOUNDING SISTEM.

Sistem tangki telah dilengkapi dengan sistim penangkal untuk melindungi tangki dari kemungkinan sambaran petir, demikian pula untuk menyalurkan kebocoran-kebocoran arus, masing-masing peralatan listrik seperti motor penggerak pompa dan panel-panelnya telah dipasang grounding sistem. Sedangkan untuk penyamaan tegangan sebagai pengaman dari bahaya electrostatik khususnya saat kegiatan loading amoniak kekapal, Bagian sistem *Loading Arm* telah dilengkapi dengan sarana bounding. Pemeriksaan grounding sistem biasanya dilaksanakan dan diuji pada saat program *Turn Around* (pemeriksaan dan perbaikan menyeluruh) pabrik setahun sekali. Untuk itu disarankan untuk program pemeriksaan ini berkala enam bulanan dengan pertimbangan hasil-hasil sebelumnya yang menunjukkan hasil yang fluktuasi harga tahanan dari posisi connect maupun disconnect.

EVALUASI ALAT PELINDUNG DIRI.

Mengenai masih adanya karyawan yang belum tahu bahwa di Unit Kerjanya telah tersedia alat pelindung diri khusus yang disiapkan untuk tanggap darurat . Hal ini ada beberapa kemungkinan antara lain :

1. Memang kurang perhatian.
2. Jumlah APD (Alat Pelindung Diri) yang disiapkan memang relative terbatas.
3. Lokasi penempatan yang kurang strategis.
4. Kurang informasi.

Alat Pelindung Diri, memang sering dipandang sebelah mata. Dan banyak yang masih berpandangan bahwa APD hanya membatasi kebebasan. Hal ini terlihat dari disiplin penakaian APD yang rendah saat bekerja atau berada di tempat berbahaya.

APD sebenarnya adalah jalan terakhir jika upaya teknik untuk eliminasi bahaya telah maximum. Disisi lain APD memiliki karakteristik dan engineering tersendiri. Kelihatannya gampang tetapi pemakaian dan penerapannya diperlukan pengetahuan. Sebagai contoh adalah pelindung pernafasan berupa *Breathing Apparatus* (BA). Dalam kondisi emergency sangat penting sekali, tetapi bagi pengguna harus mendapat pelatihan lebih baku sebelum memakai.

Penggunaan BA saat terjadi keadaan darurat adalah untuk :

1. Pelindung pernafasan petugas saat memasuki dan berada di daerah paparan amonak atau gas berbahaya lain, untuk melakukan pekerjaan pengamanan peralatan penting.
2. Untuk pelindung pernafasan saat berlari menyelamatkan diri keluar daerah paparan.

Dari data antara petugas dengan jumlah BA di tiap-tiap Unit Kerja masih belum memadai. Selain pelindung diatas perusahaan telah

menyiapkan pelindung pernafasan berupa gas masker amoniak. Jumlah gas masker amoniak relative lebih banyak dibanding Breathing Apparatus. Alat ini relative penting dan mudah pemakaiannya, akan tetapi parameter kejenuhan alat hanya oleh penciuman pemakai yang dipengaruhi oleh konsentrasi paparan dan ukuran volume catridge atau canister yang digunakan.

EVALUASI PENYEDIAAN RUANG KEDAP (*GAS TIGHT*)

Dalam penyediaan gas tight sampai saat ini belum ada yang teruji termasuk penetapan jumlah orang yang nantinya harus tetap berada di ruang tersebut, untuk mengamankan pabrik.

Hal ini penting dalam rangka menghitung besarnya kebutuhan make up supply oxygen kedalam ruang tersebut. Penentuan supply O₂ harus didasarkan pada volume ruangan dan kebutuhan udara pernafasan per orang serta estimasi waktu maximum berada di ruang tersebut.

Sebagai langkah upaya keselamatan petugas yang harus tinggal mengamankan pabrik tersebut mereka berada di ruang aman / control Room yang merupakan Ruang Kedap Gas.

Ruang Kedap Gas harus dalam kondisi :

- ~ Tidak udara pencemar dari luar yan masuk (Shiel Condition)
- ~ Udara ruang dengan kandungan O₂ cukup (dilengkapi make-up O₂)
- ~ Petugas dapat bekerja dengan aman.

Kebutuhan make-up O₂ berdasar pada jumlah orang didalamnya, volume ruangan dan jenis kegiatan. Hal ini agar petugas tidak mengalami “deefisiensi gas & asam”. Berikut pedoman untuk desain ruang kedap gas.

Tabel.4-7

No	Kegiatan	Konsumsi O ₂ (epm)	Konsumsi Udara (epm)	Volume Udara sekali Bernafas	Jumlah Pernafasan Permenit
1	Istirahat (tidur)	0,237	7,7	0,457	16,8

2	Istirahat (berdiri)	0,328	10,4	0,612	17,1
3	Jalan-jalan	0,780	18,6	1,27	14,7
4	Jalan-3	1,065	24,8	1,53	16,2
5	Jalan-4	1,595	37,3	2,06	18,2
6	Jalan-5	2,543	60,9	3,14	19,5
7	Kerja berat	3,000	100,0	-	-

Hubungan antara konsumsi udara pernafasan terhadap kegiatan (Prof J.S. Haldane, m.B, F.R.S dalam manual Of Fire Man Ship pwt 6a, 1971)

Sedangkan terhadap beban kerja, berikut table oleh E. Granajeon, 1975, industrial hazard and Safety Hand Book (Rolp.W. King and John Magid, Butter Work, 1979).

Tabel 4-8.

No	Beban Kerja	Konsumsi O ₂ (epm)	Ventilasi Paru-paru (epm)	% O ₂ yang Diserap
1	Sangat Rendah	0,25-0,3	6-7	20
2	Rendah	1,5-1,0	11-20	22
3	Menengah	1,0-1,5	20-31	23
4	Berat	1,5-2,0	31-43	23
5	Amat Berat	2,0-2,5	43-56	22
6	Amat Sangat Berat	2,5-4,0	60-100	20
	Berat			

Kebutuhan O₂ terhadap beban kerja

EVALUASI SIRINE TANDA TANGGAP DARURAT.

Bunyi sirine tanggap darurat merupakan informasi tercepat dan serentak yang sangat penting. Dari hasil quisioner ternyata masih banyak karyawan yang tidak bisa membedakan tanda-tanda pada nada suara sirine. Hal ini memang terbukti bahwa saat masih dibunyikanya sirine awal, dilanjutkan dengan bunyi sirine

tanda Kecelakaan Industri Tingkat Dua dan seterusnya dibunyikan sirine tanda Kecelakaan Industri Tingkat Satu. Orang –orang tidak dapat membedakan,sehingga bertindak sama .

EVALUASI UNTUK TRANSPORTASI

Transportasi untuk evakuasi memegang peranan penting, saat ini setiap latihan tanggap darurat, penentuan jumlah armada bus untuk evakuasi orang, keluar dari daerah bahaya diminta dalam jumlah tanpa perhitungan jumlah karyawan yang ada di lokasi bencana.

Dalam menghitung karyawan yang harus dievakuasi harus di hitung sejumlah karyawan yang bekerja di pabrik, baik karyawan PT. Pupuk Kaltim, maupun karyawan Kontraktor.

Perhitungan jumlah armada harus dipertimbangkan terhadap :

1. Jumlah karyawan yang harus dievakuasi.
2. Jarak antara *Assembly Point* dan Gedung Aman Sementara ke area Tempat Aman Sementara.
3. Waktu tempuh dalam satu perjalanan pulang-pergi .
4. Kapasitas muat tiap armada bus.

EVALUASI RADIO KOMUNIKASI

Sering kali ditemukan ada petugas yang mendominasi pembicaraan dan lebih berbahaya lagi karena adanya chanel luar masuk ke chanel evakuasi, sehingga bisa membingungkan.

EVALUASI HASIL KUISIONER TRAINING DAN SOSIALISASI PROSEDUR TANGGAP DARURAT.

Prosedur tanggap darurat PT. Pupuk Kaltim merupakan pelaksanaan SK Direksi No. 19/DIR/VIII/96 dalam ISO-14001 : 2004 element 4.4.7 yang secara lengkap merupakan prosedur penanggulangan kecelakaan industri dan pengaturan tata cara meminimumkan dampak lingkungan.

Mengingat bahwa dalam prosedur ini mempunyai inti tujuan yaitu menciptakan satu kesatuan tindakan dalam mencegah dan menanggulangi bahaya besar berupa kecelakaan industri, maka perlu upaya nyata berupa training dan sosialisasi baik terhadap prosedur maupun sumber-sumber bahaya yang berpotensi menimbulkan kecelakaan industri.

Training maupun sosialisasi memiliki dimensi tujuan sbb :

1. Pengetahuan
Harapan dapat mempelajari, memahami, mengingat-ingat fakta kejadian / kondisi informasi dll dengan mengenal potensi-potensi bahaya yang ada.
2. Mampu
Harapan dapat bertindak cepat dan tepat dalam menghadapi situasi bahaya dalam arti mampu melakukan tindakan penyelamatan.
3. Teknik
Yaitu dapat menggunakan sarana dan menerapkannya dalam suatu keadaan yang dinamis
4. Sikap Perhatian
Mempunyai persepsi bahaya dan perhatian K3 yang tinggi tidak meremehkan terhadap bahaya walaupun kecil.

TARGET TRAINING DAN SOSIALISASI

Dengan pertimbangan siapa yang paling dapat terkena dampak, maka target trainingnya dan sosialisasi di tujukan kepada :

1. Karyawan PKT (Pabrik Non Pabrik).
2. Karyawan Tenaga Perbantuan PKT KNE.
3. Karyawan Kontraktor yang bekerja di area Pabrik.
4. Mahasiswa PKL dan Tamu Perusahaan.

Sedangkan untuk Pihak luar / Masyarakat, maka program sosialisasi ditujukan kepada :

1. Siswa/Siswi sekolah (SLTA Se-Bontang)
2. Masyarakat Ds. Guntung, Loktuan dan sekitarnya.

3. Para pejabat pemerintah Bontang.
4. Lembaga Sosial Masyarakat Bontang.
5. Aparat (Polres, Arhanud, Kodim dan Denkom) Bontang.

Selain sosialisasi dan training perihal tanggap darurat dan evaluasinya, maka untuk mengisi apakah prosedur yang telah dibuat dapat dilaksanakan di lapangan atau tidak, maka secara periodik (minimal 1 tahun sekali di adakan latihan evakuasi tanggap darurat)

KAJIAN RESIKO DAN ANALISA BAHAYA KEBOCORAN AMONIAK DARI SISTEM TANGKI PENYIMPAN

Penggunaan bahan kimia amoniak dan melihat resiko bahaya yang ditimbulkan, menyangkut keselamatan, kesehatan dan lingkungan, khususnya dalam sistim penyimpanan, harus menjadi sesuatu yang urjen untuk dikaji tingkat resiko yang timbul jika terjadi kegagalan-kegagalan. untuk memberikan gambaran dan pengendalian kepada pihak manajemen. Dengan pertimbangan :

Segera dilakukan evaluasi ulang dan menyusun perencanaan tanggap darurat (emergency response planning) untuk mengendalikan resiko di tempat kerja.

Pelaksanaan kajian resiko atau manajemen resiko termasuk dalam elemen Sistem Manajemen K3 (SMK3) karena itu wajib untuk diterapkan di seluruh tempat kerja

Upaya pencegahan dan pengendalian resiko harus dimulai dari menghindarkan resiko pada tahap disain, mencegah kecelakaan pada tahap

operasi dan meminimumkan konsekuensi yang ditimbulkan apabila terjadi kecelakaan.

Untuk mengukur tingkat resiko bahaya pada sistim tangki terlebih dahulu harus dibuat kriteria parameter ukuran kemungkinan (likelihood) dan ukuran konsekuensi (dampak), sehingga secara kuantitatif bisa diketahui seberapa tinggi tingkat resiko setiap ancaman .

KRITERIA RESIKO SISTIM TANGKI PENYIMPAN AMONIAK

A. Ukuran Kemungkinan /likelihood.

- | | |
|-------|---|
| Level | 1. Kemungkinan /likelihood : Jarang |
| | 2. Kemungkinan /likelihood : kemungkinan kecil. |
| | 3. Kemungkinan /likelihood : Kemungkinan sedang |
| | 4. Kemungkinan /likelihood : Kemungkinan .Besar |
| | 5. Kemungkinan /likelihood : Hampir pasti. |

B. Ukuran konsekuensi /dampak.

- | | |
|-------|--|
| Level | 1. Konsekuensi / dampak : Tidak signifikan . |
| | 2. Konsekuensi / dampak : Rendah . |
| | 3. Konsekuensi / dampak : Menengah. |
| | 4. Konsekuensi / dampak : Berat. |
| | 5. Konsekuensi / dampak : Dahsyat . |

C. Ukuran Gabungan Kemungkinan dan konsekuensi .

Ukuran gabungan kemungkinan dan konsekuensi atau tingkat resiko diperoleh berdasar perkalian level konsekuensi /dampak dengan likelihood/kemungkinan. Tingkat resiko tertinggi bernilai 25 (5 x 5). Sedangkan tingkat resiko terendah bernilai 1 (1x 1).

No.	Kegiatan, Sumber Paparan/Bocoran	L	K	Tingkat Resiko	Rekomendasi
1	Kerusakan Tangki / Bocor / Pecah	3	4	12	<p>- Kontruksi tangki penyimpan bahan kimia amoniak di design dengan type single wall. Tipe ini memang lebih murah dibanding type double wall, akan tetapi dari segi kekutan dan keandalannya dapat dikatakan rendah.</p> <p>- Untuk itu disarankan segera dibuat pengaman konstruksi berupa pemasangan sekat / selubung tambahan yang dilengkapi dengan unit foam sistem. Jika terjadi kebocoran segera mengaktifkan pompa foam tersebut, untuk memberi kesempatan transfer amoniak dari tangki F-3001 ke tangki T-102 atau kesempatan loading ke kapan maupun kesempatan memompa amoniak ke pabrik urea.. Selain itu dengan sistem foam ini juga untuk menghambat laju penguapan amoniak dari sumber bocoran. Alternatif kedua diusulkan untuk dibuat sekat di sekeliling dinding tangki bagian dalam.</p>

2	Human Error PSV – Membuka Tangki Kempong	3	3	9	Dari segi operasional kesalahan operator dalam pengoperasian peralatan menimbulkan penyimpangan seperti over pressure ataupun sebaliknya terjadi tekanan vakum yang mengakibatkan tangki rusak atau kempot, Untuk itu perlu pedoman yang selalu dibawa oleh operator dalam bentuk buku saku manual operasi (standart operation procedure) yang menjadi pegangan bagi operator dalam bekerja. Dalam buku tersebut perlu dicantumkan aspek Keselamatan kerja maupun lingkungan
3	Kegagalan Instrumentasi Indikasi Level Tidak Akurat	2	2	6	Preventif Maintenance diperketat
4	Kompresor Mati Tekanan Tangki Naik PSV – Membuka	4	2	8	<ul style="list-style-type: none"> - Preventive unit compresor diperketat - Persiapan emergency diesel generator dengan trafo independen

5	Gasket flange dan packing value rusak / bocor	2	2	4	<ul style="list-style-type: none"> - Spek gasket memenuhi standart asli - Pemasangan gasket / packing benar - Pemeriksaan dan pengecekan rutin
6	Hose/slang temporary aliran pemindahan cairan amoniak terlepas (saat program pengosongan tangki)	3	2	6	<ul style="list-style-type: none"> - Layout slang sebaik-baiknya, perhatikan house keeping area - Ikatan klem harus diyakinkan kuat - Beri pelindung pada slang yang menyebrang jalan
7	Tangki tersambar petir	1	4	4	<ul style="list-style-type: none"> - Yakinkan grounding sistem berfungsi dengan baik (memenuhi standart tahanan/resistansi)
8	Konsentrasi limbah amoniak ke chemical pond tinggi (pada program pengosongan tangki)	3	3	6	<ul style="list-style-type: none"> - Buat aturan / ketentuan - Encerkan cairan amoniak sisa dalam tangki seencer mungkin sebelum dibuang ke chemical pond

9	Cairan amoniak sisa masih terlalu banyak didalam tangki (pada program pengosongan tangki)	3	2	6	- Perpanjang line suction (pipa isap) pompa buangan
10	Tanggap darurat				
	a. Prosedur kurang dipahami	2	2	4	- Buat program training dan sosialisasi kepada karyawan PKT, kontraktor dan juga masyarakat
	b. Nada sirine tanda tanggap darurat tidak dapat di bedakan	2	2	4	- Siapkan sirine dengan nada yang berbeda untuk membedakan tanda tingkatan tanggap darurat
	c. Kurang disiplin terhadap pemakaian alat pelindung diri	4	4	8	- Programkan training cara pemakaian khususnya breathing apparatus - Sanksi terhadap yang tidak disiplin
	d. Jumlah ”wind direction” (petunjuk arah angin)	2	2	4	- Tambah pemasangan wind direction pada tempat-tempat yang strategis dan mudah dilihat

	kurang				
e.	Ruang kedap gas belum sempurna	3	3	6	- Segera perbaiki dan supply O ₂ disesuaikan dengan kebutuhan
f.	Jumlah gas masker amoniak terbatas	2	3	6	- Lengkapi jumlahnya sesuai jumlah petugas yang sedang bekerja

Keterangan :

L : Likelihood

K : Konsekuensi

TR : Tingkat Resiko

1 : Resiko Extrim = Nilai > 15 s/d 25

2 : Resiko Tinggi = Nilai > 10 s/d 15

3 : Resiko Sedang = Nilai > 5 s/d 10

4 : Resiko Rendah = Nilai > 1 s/d 5

BAB. V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Dari hasil identifikasi bahaya kebocoran sistim tangki penyimpanan amoniak, maka diketahui bahwa :

1. Faktor-faktor penyebab dari kelemahan operasi yaitu karena human error dan faktor kelemahan kondisi alat (sistim instrumentasi, mekanikal, pipa aliran dan lingkungan) seperti :
 - terjadi tekanan lebih yang mengakibatkan **pengaman tekanan** membuka,karena setting tekanan terlewati.
 - terjadi tekanan vakum yang mengakibatkan tangki kempot/rusak/bocor saat transfer amoniak dari tangki kekapal atau dari tangki ke pabrik urea.
 - terjadi kerusakan mekanikal kompresor atau terhentinya supply power yang berakibat kompresor mati.
 - terjadinya kebocoran pada sistim *Flange* dan *Packing valve* perpipaan.
 - terjadi nya peledakan pada pipa aliran ,akibat tekanan tinggi.

2. Ternyata masih ada faktor utama dan penting yang perlu penyempurnaan ,yakni :
 - design tangki yang single wall,rentan terhadap benturan mekanis ,korosi dan peka terhadap perubahan temperatur lingkungan.
 - saat pekerjaan pengosongan tangki ,masih terlalu banyak cairan sisa amoniak yang tak dapat terambil , karena posisi pipa *suction* pompa yang tidak menjangkau kedasar lantai tangki . .
 - lokasi tangki relativ dekat dengan laut ,jika terjadi tsunami keselamatan tangki sangat mengawatirkan.

3. Dengan model prosedur penanggulangan kecelakaan industri yang ada sekarang, ternyata masih banyak karyawan pabrik yang belum tahu dan tidak bisa membedakan tanda nada sirine masing-masing tingkat kecelakaan industri. Termasuk masih banyak yang belum mengerti tentang cara memakai alat pelindung diri dalam keadaan darurat. Sedangkan dari prosedur belum dimasukan eviden tentang pola sebaran amoniak ,windrose yang dominan untuk penentuan jalur dan rute evakuasi serta simulasi kasus area terparah terkena paparan yang dapat digunakan untuk menetapkan **Assembly Point, Gedung Aman Sementara, Posko dan tempat aman untuk evakuasi.**
4. Dalam hal penyelamatan manusia belum ada system untuk dapat mengetahui dengan cepat jumlah orang yang sedang berada ditempat kerja/tempat berbahaya.

5.2. SARAN :

Untuk mencegah terjadinya kebocoran amoniak dari sistim tangki yang disebabkan oleh beberapa faktor diatas ,disarankan untuk dilakukan upaya-upaya sebagai berikut :

1. Meningkatkan kehandalan operasi dengan menambahkan petunjuk K3 dalam SOP.,membuat kriteria kompetensi bagi operator dan buku saku yang berisi petunjuk pengoperasian praktis yang menjadi pegangan bagi operator. Sedangkan dibidang pemeliharaan perlu ada perubahan program dari prediktif menjadi preventiv, hal ini dapat mengacu pada sistim RCM. Banyaknya peralatan-peralatan termasuk instrumentasi yang sudah tua maka.penyediaan spare part harus sesuai dan mencukupi. Dalam mengantisipasi adanya kebocoran pada flange dan piping system perlu dilakukan cold bolting rutin terhadap flange atau packing yang terdapat

indikasi bocor. Selain itu untuk meningkatkan safety minded harus ditanamkan paradigma kepada semua bahwa **K3 adalah bagian dari pekerjaan dan bukan pekerjaan tambahan .**

2. Untuk antisipasi kebocoran akibat kelemahan design perlu pengamanan tambahan seperti, pemasangan selubung pada sekeliling dinding tangki. program pemeriksaan menyeluruh juga perlu dilakukan berkala dalam waktu yang tidak lebih dari tiap 6 bulan. Sistem grounding perlu lebih disempurnakan, bukan hanya pada tangki saja tetapi juga pada pagar keliling sebagai antisipasi terhadap adanya arus listrik statis saat kegiatan loading amoniak kekapal atau pengiriman amoniak ke pabrik Urea. Selanjutnya mengingat lokasi tangki berada dipinggir laut, maka sebagai antisipasi ancaman alam seperti Tsunami perlu dipikirkan untuk berkonsultasi dengan BMG (Badan Meteorologi Dan Geofisika), mungkin perlu pertimbangan untuk pemasangan **Early Warning System**, sehingga jika terjadi ancaman bencana tersebut, pabrik dapat diamankan lebih dulu dan ada kesempatan **Evakuasi**, sehingga diharapkan korban sekecil mungkin.

3. Prosedur tanggap darurat yang ada saat ini perlu penyempurnaan baik model maupun sarana pendukungnya, antara lain :
 - Bunyi nada sirine perlu dibedakan, sehingga jelas perbedaan antara nada sirine tanggap darurat satu dengan nada sirine tanggap darurat dua, dan lain-lain termasuk bunyi nada sirine untuk masuk dan pulang kerja .
 - Perlu model peta sebaran amoniak dengan mengambil data arah angin rata-rata (windrose) guna menentukan titik lokasi aman untuk tujuan evakuasi, penentuan rute, lokasi pemindahan posko dan lain-lain.
 - Dengan mempertimbangkan derajat/tingkat resiko yang ada disarankan masing-masing kelompok unit kerja membuat skenario kontigensi, bagaimana mengamankan, menyelamatkan diri dan menyiapkan sarana serta teknik yang diperlukan sebagai langkah penanggulangan dan

evakuasi , sehingga jika terjadi tanggap darurat masing-masing telah lebih siap.

- Perlu dilakukan training tanggap darurat berkala kepada seluruh karyawan baik karyawan PT Pupuk Kaltim maupun kontraktor, serta masyarakat sekitar , training termasuk mengenalkan simulasi latihanya.
- *Wind direction* dan *picture of hazard* perlu diperbanyak, selanjutnya dipasang pada tempat-tempat strategis yang dapat dimengerti oleh setiap orang.
- Perlu dibuat sistem untuk mengetahui jumlah orang yang sedang berada dipabrik, salah satu dengan cara monitor masuk dan keluar orang .
- Penyediaan alat pelindung diri disesuaikan dengan jumlah orang dengan pertimbangan *base of risk*, *base of area* dan *base of chemical*.
- Bagaimanapun potensi kebocoran akan mengancam keselamatan bukan hanya karyawan tetapi juga penduduk sekitar, untuk itu masyarakat dan pemerintah daerah harus dilibatkan dalam menghadapi tanggap darurat ini, dengan cara mengenalkan/sosialisasi tentang bahaya dan resiko, melaksanakan latihan terpadu dan segera dibuat program pemetaan yang lebih kecil dari masyarakat Bontang yang luas dan padat penduduk. Berdasar pola sebaran amoniak, maka perlu segera dibuat peta jalan alternatif untuk akses jalan evakuasi agar tidak terpusat pada satu akses jalan.
- System Hotline ke Community juga harus harus segera diadakan dan ditempatkan pada tempat yang tepat .

BAB VI
DAFTAR PUSTAKA

- Bratasida, Liana. 1996. Prospek Pengembangan Sistem Manajemen Lingkungan di Indonesia. BAPEDAL. Jakarta.
- BAPEDAL. 1996. Himpunan Peraturan Tentang Pengendalian Dampak Lingkungan Seri IV. KEPMEN LH No : KEP-42/MENLH/11/94 Tentang Pedoman Umum Pelaksanaan Lingkungan. Jakarta.
- W.H.O Genewa (1986) amoniak dalam environmental healt criteria 54.
- "NN". Laboratorium Hyperkes, pusat Hyperkes, Depnaker RI Jakarta.
- Effendi, Hefni. Telaah Kualitas Air.
- Hardiyarto, Agus dan Sasongko, Dwi. P. Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Universitas Diponegoro Semarang.
- Yasono HK, Bayung. Klimatologi Terapan.
- Berdana, Adam. Realiability Centered maintenance training.
- Purwanto, Dr, Ir, Dipl.ED, DEA dan Agus Hadiyarto, Ir., MT. Chemical Hazard Handling
- "NN".Manual Operation Amoniak Lurgi.

