



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS KESELAMATAN TEKNIS  
KATUP TABUNG BAJA GAS ELPIJI UKURAN 3 KG**

**TESIS**

**NAMA : AGUNG DEWA CANDRA  
NPM : 0 8 0 6 4 4 2 1 9 1**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM STUDI PASCA SARJANA  
MAGISTER KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
DEPOK  
JUNI 2010**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS KESELAMATAN TEKNIS  
KATUP TABUNG BAJA GAS ELPIJI UKURAN 3 KG**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja**

**NAMA : AGUNG DEWA CANDRA  
NPM : 0 8 0 6 4 4 2 1 9 1**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM STUDI PASCA SARJANA  
MAGISTER KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
DEPOK  
JUNI 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

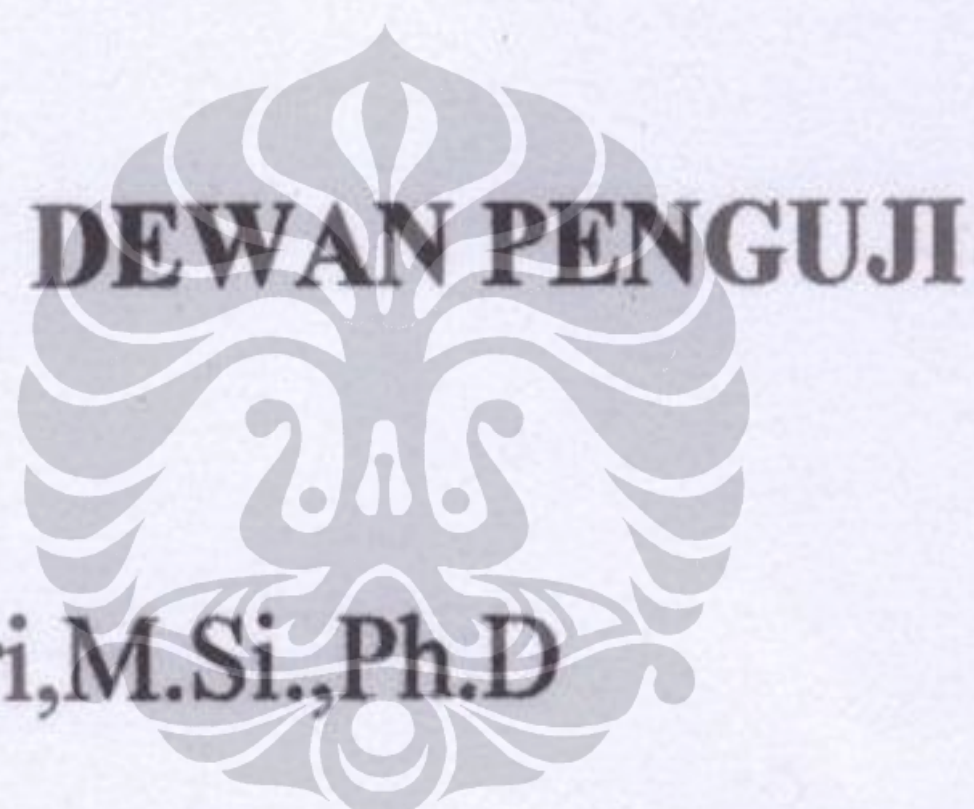
**Nama : Agung Dewa Candra**  
**NPM : 0806442191**  
**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 30 Juni 2010**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini di ajukan oleh :  
Nama : Agung Dewa Candra  
NPM : 0806442191  
Program Studi : Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja  
Judul Tesis : Analisis Keselamatan Teknis Katup Tabung Baja Gas  
Elpiji ukuran 3 Kg

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Program Pasca Sarjana Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia**



Pembimbing : Dra.Fatma Lestari,M.Si.,Ph.D

( *Fatma* )

Penguji Dalam: Dadan Erwandi,S.Psi.,M.Si

( *Dadan* )

Penguji Luar : Soehatman Ramli,SKM,MBA

( *Soehatman* )

Penguji Luar : Yuni Kusminanti,SKM,M.Si.

( *Yuni* )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 30 Juni 2010

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Agung Dewa Candra

NPM : 0806442191

Mahasiswa Program : Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Tahun Akademik : 2008/2009

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan tesis saya yang berjudul :

**"Analisis Keselamatan Teknis Katup Tabung Baja Gas Elpiji ukuran 3 Kg"**

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 12 Juli 2010



(Agung Dewa Candra)

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Agung Dewa Candra  
NPM : 0806442191  
Program Studi : Magister  
Departemen : Keselamatan dan Kesehatan Kerja  
Fakultas : Kesehatan Masyarakat  
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Nonexclusive (Non-exclusive Royalti Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

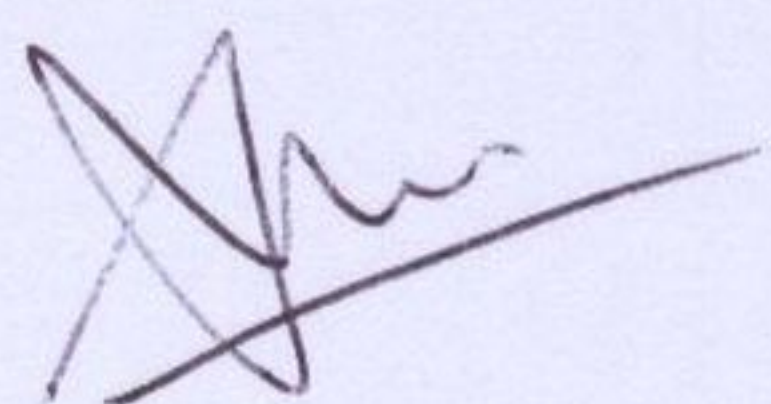
**ANALISI KESELAMATAN TEKNIS KATUP TABUNG BAJA  
GAS ELPIJI UKURAN 3 KG**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak bebas Royalti Non exclusive ini Universitas Indonesia berhak menyimpan mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat dan mempublikasikan terbatas tugas akhir saya hanya untuk kepentingan akademis dan selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada Tanggal : 30 Juni 2010

Yang menyatakan



(Agung Dewa Candra)

## SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI MANUSKRIP

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Agung Dewa Candra.  
NPM : 0806442191  
Jenjang : Pasca Sarjana / S2  
Program Studi : MAGISTER K3  
Kelas :  
Kekhususan :  
Tahun Akademik : 2008  
Judul Manuskrip : Analisis Keselamatan Teknis  
Kamp Tabung Baja Gas Elpiji ukuran 3kg

Menyatakan bahwa saya telah mendiskusikan dengan pembimbing, dan :

1. Mengijinkan manuskrip saya untuk dipublikasikan dengan syarat :\*)

- tanpa mengikutsertakan nama pembimbing
- dengan mengikutsertakan nama pembimbing

Alamat korespondensi (corresponding author) untuk perbaikan manuskrip adalah :

(Nama, Alamat, No. Telp/Fax, Email Address)

2.  Tidak mengijinkan manuskrip saya untuk dipublikasikan

Catatan lain :

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Mengetahui

Pembimbing Utama/Promotor Mahasiswa,

  
(Drs. Fatma Lestari, PhD)

Depok, 12 Juli 200



(Agung Dewa Candra)

Keterangan :

\*) beri tanda  pada kotak yang tersedia

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Master Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, menjadi dasar penulisan tesis ini. Saya menyadari tesis ini belumlah sempurna karena berbagai keterbatasan yang dihadapi oleh penulis, dan tidak akan berhasil diselesaikan tanpa bantuan para pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Dra.Fatma Lestari, PhD., selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan dukungan semangat untuk mengarahkan saya selama proses penyusunan tesis ini.
2. Bapak Dadan Erwandi, SPsi,MPsi, selaku dosen penguji pada sidang proposal, hasil hingga sidang akhir tesis, yang telah banyak memberi masukan, saran dan arahan yang sangat membangun demi menambah kesempurnaan tesis ini.
3. Bapak Soehatman Ramli, SKM, MBA dan Ibu Yuni Kusminanti, SKM, MSi selaku penguji luar dalam sidang akhir tesis, yang banyak memberi masukan positif dan saran demi kesempurnaan tesis ini
4. Istri tercinta Drg. Ratna Hardhitari dan ananda Nabilah Candra Artani, atas pengorbanan, dukungan moral, dan energi positif selama proses perkuliahan hingga akhir proses tesis.
5. Orang tua tercinta Papa Prof.DR.dr.H.Zainal Musthafa,SpJP,MSi,FS,FIHA dan Mama Hj.Kartini, S.Sos, serta bapak Drs. H.Sukohadi dan ibu Hj. Dra. Umi Rochijati, serta adik dan kakak Dewi MS, S.Psi, Anugerah Maha dewa, Pribadi Satriawan, ST., Hardhita Wijaya, ST atas semangat, dukungan moral dan doa restunya sehingga proses perkuliahan dan tesis dapat terselesaikan dengan baik
6. teman MK3 08 UI, atas bantuan pikiran dan moral, semangat, kebersamaan hingga penulis bisa melewati masa tempuh program pasac sarjana ini dengan baik.



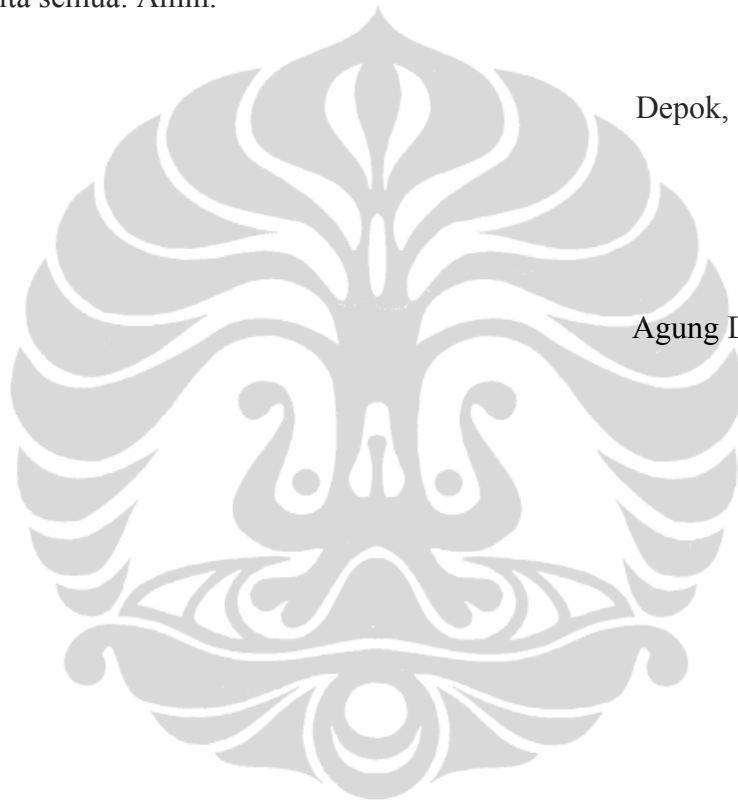
7. para pihak yang tidak bisa sebutkan satu persatu atas bantuan yang sangat bermanfaat selama ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT memberi balasan yang setimpal atas bantuan dan doa semua pihak yang membantu. Tesis ini masih butuh penyempurnaan lebih lanjut, namun harapan saya tesis ini dapat berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan kemaslahatan kita semua. Amin.

Depok, 30 Juni 2010

Penulis

Agung Dewa Candra



## ABSTRAK

Nama : Agung Dewa Candra  
Program Studi : Magister K3  
Judul : Analisis Keselamatan Teknis Katup Tabung Baja Gas Elpiji  
Ukuran 3 Kg

Tesis ini membahas tentang keselamatan dan keamanan salah satu komponen paket penggunaan kompor gas 3 Kg yaitu katup tabung baja gas 3 Kg. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kesesuaian teknis dan tingkat kualitas katup terhadap standar yang diberlakukan wajib oleh pemerintah, yaitu SNI 1591:2008 Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan cara melakukan uji visual, dimensi konstruksi dan uji tekanan sesuai dengan standar teknis yang berlaku SNI 1591:2008. Hasil penelitian dengan 30 sampel yang diambil secara acak menyatakan bahwa pada uji visual semua sampel setara dengan 100 persen adalah lulus uji, untuk uji dimensi konstruksi didapati hanya 20 persen sampel yang lulus uji, sedangkan untuk uji tekanan sebanyak 90 persen sampel lulus uji. Penelitian ini menyarankan untuk pihak produsen, pemerintah dan masyarakat aktif berperan serta untuk selalu meningkatkan pengawasan dan pemeliharaan teknis katup mulai dari pemilihan bahan baku, produksi, distribusi hingga penggunaan.

Kata kunci :

Katup, Katup Pengaman, Katup Tabung Baja Elpiji 3 Kg, LPG, sni 1591:2008

## ABSTRACT

Name : Agung Dewa Candra  
Study Program: Magister K3  
Title : Technical Safety Analysis of Valve of Elpiji Gas Steel Cylinder  
Size 3 Kg

This thesis will explain further about the technical safety of valve of LPG steel cylinder 3 Kg. The purpose of this study was to determine the technical suitability, level of quality and the product safety of the valves to the compulsory standards imposed by the government, namely SNI 1591:2008. This research is a qualitative research by conducting visual tests, dimensions, construction and pressure test in accordance with applicable technical standards of SNI 1591:2008. The results with 30 samples taken randomly stating that the visual testing of all samples was equivalent to 100 percent passed the test, for the construction dimensional test, from the test sample, found only 20 percent who passed the test, while for the pressure test as much as 90 percent of the samples passed the test. This research suggests that for the producers, governments and communities to participate actively to improve oversight and technical maintenance of valves ranging from raw material selection, production, distribution to use.

Keywords:

Valve, safety valve, Elpiji steel cylinder 3 Kg, LPG, SNI 1591:2008

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
1. BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	6
1.3. Pertanyaan Penelitian .....	7
1.4. Tujuan Penelitian .....	7
1.5. Manfaat Penelitian .....	8
1.6. Ruang Lingkup .....	8
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Keselamatan dan Kecelakaan Kerja .....	10
2.1.1. Pengertian Keselamatan dan Kecelakaan Kerja .....	10
2.1.2. Penyebab Kecelakaan Kerja .....	10
2.1.3. Identifikasi dan Pencegahan Kecelakaan Kerja .....	16
2.1.4. Metode Analisa Kejadian Kecelakaan .....	18
2.2. Ledakan .....	23
2.2.1. Definisi .....	23
2.2.2. Klasifikasi Ledakan.....	24
2.3. Kebakaran .....	26
2.3.1. Teori Api .....	26
2.3.2. Klasifikasi Kebakaran.....	28
2.3.3. Kebakaran Hidrokarbon .....	29
2.3.4. Manajemen Resiko Kebakaran .....	30
2.4. Liquefied Petroleum Gas (LPG) .....	32
2.4.1. Roadmap Konversi Minyak Tanah k LPG 2007-2010 .....	32
2.4.2. Gambaran Umum .....	33
2.4.3. Jalur Distribusi .....	36
2.4.4. Buku Pintar Penggunaan LPG Pertamina ukuran 3 KG .....	37
2.5. Sspesifikasi Teknis Katup Tabung Baja LPG (SNI 1591:2008) .....	41
2.5.1. Definisi .....	41
2.5.2. Komponen .....	42
2.5.3. Aturan dan Standar .....	43
2.5.4. Syarat Konstruksi .....	43
2.5.5. Persyaratan Mutu Yang Diatur Dalam SNI 1591:2008 .....	46
2.6. Kerangka Teori .....	47

3. BAB III KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL	
3.1. Kerangka Konsep .....	48
3.2. Variabel Definisi Operasional .....	49
4. BAB IV METODE PENELITIAN	
4.1. Disain Penelitian .....	51
4.1.1. Cara Uji Katup Tabung Baja LPG isi 3 Kg .....	51
4.1. Syarat lulus uji .....	52
4.2. Sampel .....	52
4.3. Lokasi Penelitian .....	52
4.4. Waktu Penelitian .....	53
4.5. Pengumpulan Data .....	53
4.6. Pengolahan Data dan Analisis Data .....	53
5. BAB V HASIL	
5.1. Gambaran Umum Bagian Pemeliharaan Retester Tabung LPG Ukuran 3 Kg .....	54
5.2. Hasil Uji Visual .....	56
5.3. Hasil Uji Konstruksi .....	57
5.4. Hasil Uji Pneumatik .....	59
6. BAB VI PEMBAHASAN	
6.1. Keterbatasan Penelitian .....	62
6.2. Pembahasan Hasil Uji Visual .....	62
6.3. Pembahasan Hasil Uji Konstruksi .....	63
6.4. Pembahasan Hasil Uji Pneumatik .....	66
6.5. Keamanan Produk .....	68
7. BAB VII KESIMPULAN dan SARAN	
7.1. Kesimpulan .....	72
7.2. Saran .....	73
DAFTAR PUSTAKA .....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Katup yang terpasang pada tabung baja gas 3 Kg .....	4
Gambar 2.1 Bentuk diagram Fault Tree Analysis .....	21
Gambar 2.2 Jalur Distribusi Elpiji 3 Kg .....	42
Gambar 2.3 Katup quick on satu katup kendali isi tabung 3 Kg .....	42
Gambar 2.4 Katup handwheel .....	42
Gambar 2.5 Bentuk dan toleransi ukuran permesinan mulut katup .....	43
Gambar 2.6 Bentuk ulir $\frac{1}{2}$ ' – 14 NGT .....	44
Gambar 2.7 Ukuran ulir $\frac{1}{2}$ " – 14 NGT .....	45
Gambar 2.8 Kerangka Teori .....	47
Gambar 3.1 Kerangka konsep .....	48
Gambar 5.1 Proses Produksi bagian Pemeliharaan Retester PT.X .....	55
Gambar 5.2 Bagian parameter uji dimensi syarat kontruksi SNI 1591:2008 .....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Roadmap konversi minyak tanah ke LPG .....	33
Tabel 3.1 Variabel dan definisi operasional .....	49
Tabel 4.1 Sampling katup .....	52
Tabel 5.1 Hasil uji visual .....	56
Tabel 5.2 Distribusi kesesuaian uji visual terhadap SNI 1591: 2008 .....	57
Tabel 5.3 Hasil uji dimensi konstruksi .....	58
Tabel 5.4 Distribusi kesesuaian uji dimensi terhadap SNI 1591: 2008 .....	59
Tabel 5.5 Hasil uji pneumatik .....	60
Tabel 5.6 Distribusi kesesuaian uji tekanan terhadap SNI 1591: 2008 .....	61



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang Masalah

Melonjaknya harga minyak dunia menjadi sekitar 70 – 90 USD per barel, beratnya beban utang negara dan besarnya tanggungan subsidi pemerintah terutama subsidi bahan bakar minyak menyebabkan Presiden Susilo Bambang Yudhoyono dengan Kabinet Indonesia Bersatu I di akhir masa baktinya di tahun 2009 mencoba membuat suatu solusi untuk meringankan beban keuangan negara dengan cara konversi minyak tanah ke gas *Liquid Petroleum Gas* (LPG) yang akan sangat signifikan menurunkan beban subsidi pemerintah. Setelah melalui proses perencanaan, akhirnya pemerintah mengaktualisasikan kebijakan konversi atau penggantian minyak tanah menjadi LPG yang lebih sederhana dan biaya logistik yang lebih murah. Atas dasar penggunaan minyak tanah yang tidak efektif dan harga relatif mahal, maka perlu dipilih satu solusi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia akan minyak tanah yang masuk ke kebutuhan primer masyarakat kecil. Pareto paling besar dalam strata masyarakat kita dimana sebagian besar kebutuhan masyarakat kita melakukan aktifitas sehari-hari dengan minyak gas. Kebijakan ini juga menjadi pertimbangan pemerintah dimana karena besarnya kebutuhan minyak gas sampai-sampai sering dimainkan oleh beberapa oknum mulai dari *supply-demand* yang fluktuatif sampai dengan hilangnya komoditi ini (langka) di masyarakat.

Singkatnya ada beberapa dasar pemikiran pemerintah untuk akhirnya menjalankan program konversi ini, diantaranya adalah :

1. Semakin menipisnya cadangan minyak bumi di Indonesia dan terus melambungnya harga minyak mentah dunia.
2. Menghemat subsidi minyak sebesar 20 Trilyun Rupiah per tahun jika program berhasil
3. Gas sulit dioplos dibandingkan minyak tanah
4. Gas lebih bersih daripada minyak tanah
5. Negara tetangga sudah menerapkannya (Malaysia & Thailand)



Sebagaimana dasar pemikiran pemerintah tersebut diatas, meski banyak dikritik oleh berbagai kalangan masyarakat namun pada akhirnya tetap harus jalan dengan kecepatan aktualisasi yang luar biasa. Di sisi lain, ada yang tidak sesuai jika kecepatan aktualisasi program konversi ini tidak dilakukan dengan persiapan yang matang dan berdurasi normal. Upaya-upaya yang dilaksanakan pemerintah dalam hal ini adalah Kementrian Perindustrian masa bakti kabinet 2004 – 2009 dalam rangka meningkatkan kemampuan industri dalam negeri untuk mengejar target program konversi minyak tanah ke LPG, diantaranya :

1. Jumlah perusahaan kompor gas semula sebanyak 7 perusahaan dengan kapasitas produksi 800.000 unit per tahun berkembang menjadi 32 perusahaan industri kompor gas dengan kapasitas 10.420.000 unit per tahun.
2. Jumlah industri regulator dan selang kompor gas yang semula 2 (dua) perusahaan dengan kapasitas 200.000 unit per tahun telah bertambah menjadi 3 (tiga) perusahaan dengan kapasitas 8.000.000 unit per tahun.
3. Sedangkan industri selang kompor gas menjadi 5 (lima) perusahaan dengan kapasitas 17.500.000 meter per tahun.
4. Jumlah industri Tabung baja LPG semula sebanyak 6 (enam) perusahaan dengan kapasitas produksi 1.800.000 unit per tahun telah menjadi 26 perusahaan industri tabung baja LPG dengan kapasitas 19.820.000 unit per tahun.
5. Sedangkan untuk katup tabung gas sampai dengan saat ini telah terdapat 3 (tiga) perusahaan dengan kapasitas 9.000.000 unit per tahun.

Semua pelaksanaan dari program konversi ini serba tergesa-gesa dan benar-benar perlu diselesaikan dengan jangka waktu yang singkat. Pada akhirnya, terjadilah kecelakaan yang tidak kita inginkan bersama, yaitu meledaknya tabung LPG 3 Kg yang terjadi di beberapa kota dalam waktu yang relatif berdekatan dimana setiap rumah tangga menerima satu paket berupa selang, regulator, kompor gas, tabung gas dan sepasang klem.

LPG adalah salah satu produk yang dipasarkan oleh Pertamina dengan merk dagang Elpiji. Menurut spesifikasinya, elpiji dibagi menjadi tiga jenis yaitu elpiji campuran, elpiji propana dan elpiji butana. Spesifikasi masing - masing

elpiji tercantum dalam keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi Nomor : 25K/36/DDJM/1990. Elpiji yang dipasarkan Pertamina adalah elpiji campuran. Untuk alasan keamanan di dalam pemakaiannya, Elpiji diberi zat pembau (Merkaptan), sedangkan untuk keperluan khusus Pertamina juga memasarkan zat Elpiji yang tidak berbau (odorless).

Berbagai upaya sudah dilakukan oleh pemerintah diantaranya melalui Kementerian Koperasi dan UKM, Kementerian Pemberdayaan Wanita, Kementerian Perindustrian, Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi, Kementerian ESDM, PT.Pertamina dan instansi terkait lainnya untuk meminimalkan risiko yang terjadi. Diantaranya dengan menerapkan tiga tahap pengawasan.

Tahap pertama, pengawasan berada di tingkat pabrikasi atau di lokasi pembuatan tabung gas. Setiap satu produk tabung dan katup gas yang diproduksi harus memiliki Sertifikat Produk Penggunaan Tanda Standar Nasional Indonesia (SPPT-SNI) dan diawasi serta disertifikasi juga oleh Kementerian Tenaga Kerja berdasar Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No.PER.01/MEN/1982 tentang Bejana Tekanan yang didalam pasal 7, 8 dan pasal 9 memuat ketentuan tentang katup pengaman botol baja bertekanan . Seperti bahan baku, proses pembuatan, serta keamanan produk. Untuk pengawasan secara periodik, dilakukan Lembaga Sertifikasi Produk (LS-Pro) yang ditunjuk pemerintah dan Kementerian Tenaga Kerja .

Pengawasan tahap kedua dilakukan Kementerian Perindustrian R.I., sejak program ini diluncurkan, lembaga ini menunjuk sejumlah Petugas Pengawas Standar Produk (PPSP), yang akan mendatangi seluruh produsen tabung gas, baik memantau proses pembuatan hingga pengecekan di tahap akhir. Dalam dua tahap pengawasan itu, jika ditemukan ada produk yang salah sesuai SNI, maka segera dikembalikan ke pabrikan untuk diganti baru.

Pengawasan tahap ketiga dilakukan perusahaan surveyor, yakni diantaranya PT. Surveyor Indonesia (SI), dan PT. Sucofindo. Pengawasan ini dilakukan secara acak, tapi sangat ketat. Jika kedua perusahaan surveyor ini menemukan kesalahan, lagi-lagi akan dikembalikan ke pabrikannya. Diluar ketiga tahapan pengawasan diatas, PT Pertamina (Persero) juga melakukan pengawasan, khususnya tahap pengisian gas.

Pertamina juga bertanggung jawab dalam pengawasan di stasiun penampungan, serta penyimpanan sebelum dikirim ke daerah tujuan. Di stasiun penampungan umumnya terdapat pos pemeriksaan kebocoran gas. Jika ada tabung yang bocor, ketika saat diangkat, maka akan dikembalikan untuk diisi sesuai ukurannya.

Pengawasan sangat ketat sudah dilakukan pemerintah melalui instansi terkait mulai dari proses pembuatan, pengecekan, uji coba, hingga pengiriman ke lokasi tujuan sehingga mutu tabung gas yang diterima masyarakat sudah aman dan sesuai standar SNI.

Adapun Badan Standardisasi Nasional (BSN), telah menetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk beberapa produk terkait yaitu : Selang karet untuk kompor gas LPG (SNI 06-7213-2006); Tabung baja (SNI 1452:2007); Katup tabung baja LPG (SNI 1591:2008); Regulator tekanan rendah utk tabung baja LPG (SNI 7369:2007); dan Kompor Gas bahan bakar LPG satu tungku dengan sistem pemantik mekanik (SNI 7368:2007).

Katup tabung baja  
LPG (SNI 1591:2008)



Gambar. 1.1 Katup yang terpasang pada tabung baja LPG ukuran 3 Kg

Meskipun pemerintah telah menerapkan berbagai langkah pengamanan, tetap saja terjadi beberapa peristiwa kecelakaan penggunaan kompor LPG ukuran

3 Kg berupa kebakaran dan ledakan, diantaranya (*Daily Newspaper Kompas edisi : Selasa, 14 Juli 2009*) :

1. Cilegon, Banten, 24 Februari 2008.  
Di duga selang tabung gas bocor, korban mencoba mematikan api dengan membalik tabung gas, tetapi malah meledak. Seorang menderita luka bakar.
2. Tangerang, Banten, 04 Mei 2008.  
Api tiba – tiba muncul ketika regulator akan di pasang di mulut tabung gas. Seorang menderita luka bakar hingga 50 %.
3. Kab. Bogor, Jawa Barat, 29 Mei 2008.  
Api kompor menyambar tabung gas karena regulatornya bocor, tabung tersebut meledak ketika akan di celupkan ke bak mandi, seorang tewas.
4. Bekasi, Jawa Barat, 03 Juni 2008.  
Empat rumah kontrakan terbakar setelah tabung gas isi 3 Kg yang bocor gasnya meledak, tiba – tiba muncul percikan api saat regulator yang bocor diperbaiki. Dua orang luka.
5. Jakarta Pusat, Jakarta, 16 Juli 2008.  
Lima rumah terbakar akibat ledakan akibat kebocoran gas penggunaan tabung isi 3 Kg . Sedikitnya 18 mobil pemadam kebakaran dikerahkan untuk menjinakkan api. Tidak ada korban jiwa.
6. Bogor, Jawa Barat, 11 November 2008.  
Tabung 3 Kg yang gasnya bocor terbakar dan kemudian meledak ketika kepala tabung itu tengah dipasang regulator. Seorang menderita luka bakar.
7. Jakarta Utara, 25 November 2008.  
Tabung gas 3 Kg meledak karena kebocoran gas ketika katup penutupnya yang bocor akan di perbaiki. Dua orang menderita luka bakar.
8. Jakarta Timur, 04 April 2009.  
Tabung gas 3 Kg yang bocor LPG-nya meledak saat sedang di gunakan untuk menyiapkan dagangan seorang penjual nasi uduk. Sembilan orang menderita luka bakar.

9. Jakarta Selatan, Jakarta , 26 Juni 2009.

Akibat kebocoran LPG dalam tabung ukuran 3 Kg berakibat ledakan, diduga akibat katup antara pipa penyalur gas dari tabung ke kompor tidak terpasang dengan benar, satu orang dilaporkan tewas.

10. Jakarta Barat, Jakarta, 13 Juli 2009.

Ledakan akibat kebocoran gas penggunaan tabung isi 3 Kg membakar Rumah Makan Soto Lamongan, tujuh orang tewas dan dua orang lainnya terluka.

## 1.2. Perumusan Masalah

Dengan adanya latar belakang tersebut diatas dan agar kejadian ledakan kebakaran akibat kebocoran LPG pada penggunaan kompor gas tabung 3 Kg yang mengancam keselamatan jiwa, harta benda masyarakat tidak terjadi lagi dikelak kemudian hari, maka diperlukan investigasi lebih lanjut.

Berdasarkan uraian diatas dan guna penyelesaian permasalahan bangsa, maka perlu dilakukan penelitian faktor-faktor yang terkait dengan kejadian kecelakaan kebakaran dan ledakan tersebut antara lain analisis faktor manusia, alat dan komponen serta analisis lingkungan tempat aktifitasnya. Pada kesempatan ini penulis membatasi permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian yaitu analisis teknis keselamatan alat dan komponen kompor gas tabung 3 Kg , yaitu analisis keselamatan teknis katup tabung baja LPG 3 Kg dengan berbagai pertimbangan, diantaranya adalah :

1. Karena sasaran program konversi ini adalah masyarakat pengguna minyak tanah yang identik dengan masyarakat taraf ekonomi menengah ke bawah dengan tingkat pendidikan yang tidak tinggi dan wawasan pengetahuan yang kurang luas, maka untuk menjamin keselamatan penggunaan paket kompor gas tabung 3 Kg yang harus diutamakan adalah keamanan peralatannya.
2. B. Dulbert Tampubolon, peneliti di Pusat Penelitian dan Pengembangan BSN, memaparkan bahwa pada tahun 2008 sudah dilakukan uji teknis terhadap sampel acak tabung, katup dan komponen lainnya dengan hasil sebagian besar (66 %) katup tabung gas baja tidak sesuai SNI dengan metode pengujian syarat konstruksi dan dimensi serta uji visual (*sumber : Daily Newspaper Kompas edisi Kamis, 27 Mei 2010* )

3. Vice President Corporate Communication PT Pertamina (Persero) Basuki Trikoru Putra mengatakan, Pertamina menjamin 100% tabung elpiji 3 Kg yang dipasoknya bebas kebocoran. Sampai saat ini Pertamina belum mendapatkan laporan ada tabung gas 3 Kg yang meledak akibat kebocoran tabung (*Sumber : Koran Seputar Indonesia Kamis, 20 Mei 2010 Halaman 13*)
4. Katup tabung merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari tabung baja gas itu sendiri.

### **1.3. Pertanyaan Penelitian**

Yang menjadi pertanyaan dari penelitian ini adalah :

1. Apakah sudah terpenuhinya syarat mutu teknis komponen katup tabung LPG ukuran 3 Kg sesuai katup tabung baja LPG (SNI 1591:2008) ?
2. Bagaimanakah tingkat kualitas keselamatan katup tabung baja LPG ukuran 3 Kg terhadap persyaratan teknis SNI 1591:2008 ?

### **1.4. Tujuan Penelitian**

#### **1.4.1. Tujuan Umum**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keselamatan teknis katup tabung baja gas LPG isi 3 Kg terhadap terjadinya kebocoran gas yang menyebabkan kebakaran dan ledakan.

#### **1.4.2. Tujuan Khusus**

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui terpenuhi atau tidaknya katup tabung baja LPG ukuran 3 Kg yang telah beredar dimasyarakat sesuai persyaratan teknis SNI 1591:2008, yaitu :
  - Sesuai uji visual.
  - Sesuai uji dimensi konstruksi.
  - Sesuai uji tekanan.
2. Untuk mengetahui tingkat kualitas teknis katup tabung LPG 3 Kg meliputi uji Kualitas Katup tabung baja LPG sesuai (SNI 1591:2008), yaitu :
  - Sesuai syarat sifat tampak atau visual.

- Sesuai syarat teknis dimensi konstruksi.
  - Sesuai syarat teknis ketahanan tekanan.
3. Untuk mengetahui tingkat keselamatan teknis dan keamanan katup tabung baja LPG ukuran 3 Kg sesuai hasil penelitian uji visual, dimensi konstruksi dan tekanan.

## **1.5. Manfaat Penelitian**

### **1.5.1. Bagi Peneliti**

Sebagai sarana untuk mengaplikasikan dan meningkatkan wawasan ilmu dan kemampuan dalam menganalisis suatu kejadian yang ada yang berkaitan dengan keselamatan untuk mencari akar penyebab dari suatu kecelakaan.

Peneliti merupakan bagian dari masyarakat sehingga dengan mengetahui hasil penelitian, dapat memberikan masukan kepada instansi terkait dan warga masyarakat lainnya untuk melakukan langkah-langkah yang tepat dan jitu dalam mengantisipasi risiko yang ada.

### **1.5.2. Bagi Pemerintah**

Dengan diketahuinya tingkat keselamatan dan keamanan katup tabung baja LPG ukuran 3 Kg yang merupakan salah satu dari faktor penyebab kebocoran LPG dalam penggunaan kompor gas LPG ukuran 3 Kg, yang berdampak kebakaran dan ledakan, pemerintah dapat melakukan tindakan-tindakan preventif untuk mengantisipasi segala kemungkinan kecelakaan penggunaan paket kompor gas LPG ukuran 3 Kg, khususnya pengawasan bahan baku dan spesifikasi teknis serta penggunaan pada tingkat pabrikasi, distribusi, penyimpanan dan pengisian LPG.

### **1.5.3. Bagi Universitas**

Sebagai bahan masukan dalam mengembangkan penelitian lebih lanjut mengenai keselamatan katup tabung baja LPG ukuran 3 Kg yang beredar di masyarakat luas.

## **1.6. Ruang Lingkup**

### **1.6.1. Ruang Lingkup Waktu**

Ruang lingkup waktu yang dilaksanakan untuk melakukan penelitian ini adalah pada bulan Mei – Juni 2010

### **1.6.2. Ruang Lingkup Tempat**

Tempat penelitian yaitu wilayah Jakarta Timur dan untuk uji tekanan katup dan syarat konstruksi dilakukan di Bagian Pemeliharaan Retester Tabung Baja LPG ukuran 3 Kg PT.X.

### **1.6.3. Ruang Lingkup Materi**

Materi yang menjadi bahasan penelitian ini adalah uji kualitas teknis sesuai SNI untuk : Katup tabung baja LPG (SNI 1591:2008).



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Keselamatan dan Kecelakaan Kerja**

##### **2.1.1. Pengertian Keselamatan dan Kecelakaan kerja**

Keselamatan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah kondisi terhindar dari bencana, aman sentosa, tidak ada gangguan dan kerugian sedangkan kecelakaan kerja adalah kecelakaan yang terjadi berhubungan dengan hubungan kerja, termasuk penyakit yang timbul karena hubungan kerja, demikian pula kecelakaan yang terjadi dalam perjalanan berangkat dari rumah menuju tempat kerja, dan pulang ke rumah melalui jalan yang biasa atau wajar dilalui (Permenaker No. 04/MEN/1993 tentang Jaminan Kecelakaan Kerja). Sedangkan menurut Peraturan Menteri Tenaga kerja No. 3 tahun 1998 tentang Tata Cara Pelaporan dan pemeriksaan kecelakaan, kecelakaan kerja adalah kejadian yang tidak dikehendaki dan tidak diduga semula yang dapat menimbulkan korban manusia dan harta benda.

Menurut Frank E. Bird (Bird, 1989) kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang tidak diinginkan, yang dapat mengakibatkan cedera pada manusia atau kerusakan pada harta. Kecelakaan kerja adalah kecelakaan berhubungan dengan kerja pada perusahaan. Hubungan kerja berarti bahwa kecelakaan terjadi dikarenakan oleh pekerjaan pada waktu melaksanakan pekerjaan.

##### **2.1.2. Penyebab kecelakaan kerja**

Menurut beberapa sumber, penyebab kecelakaan kerja, dibagi menjadi tiga faktor, yaitu manusia, peralatan dan bahan, dan lingkungan (Simanjuntak,1994; Silalahi,1995; Riley,1986) adalah sebagai berikut :

###### **1. Manusia**

Faktor manusia yang menjadi penyebab kecelakaan antara lain:

- Kurangnya pengetahuan dan keterampilan dalam bekerja.
- Gangguan psikologis seperti kebosanan, jenuh, benci dan tidak bergairah.
- Usia pengalaman.

## 2. Mesin, peralatan, dan perlengkapan kerja

Faktor-faktor dari mesin, peralatan dan perlengkapan kerja yang menjadi penyebab kecelakaan kerja antara lain:

- Tidak tersedianya sarana keselamatan kerja .
- Tidak tersedianya peralatan perlindungan diri.
- Mesin, peralatan dan perlengkapan kerja tidak terawat dengan baik.
- Letak mesin dan peralatan tidak teratur.

## 3. Lingkungan kerja

Faktor lingkungan kerja yang menyebabkan terjadinya kecelakaan antara lain:

- Suhu dan kelembaban yang tidak baik.
- Tata ruang yang tidak terencana dengan baik.
- Penerangan kurang cukup.
- Prosedur kerja yang kurang baik

Selain ketiga hal tersebut diatas, ada juga teori penyebab tunggal dan multi penyebab yang akan dijelaskan lebih lanjut tersebut dibawah.

### 2.1.2.1. Teori Penyebab Tunggal

Teori Penyebab Tunggal (*Single Causation Theory*) ini dikemukakan oleh Heinrich, 1931 (dalam Jeremy Stranks, 2007) yang menyebutkan bahwa hanya terdapat satu faktor saja (tunggal) Penyebab kecelakaan. Ketika satu faktor Penyebab kecelakaan tersebut ditemukan, maka tidak diperlukan lagi faktor-faktor Penyebab lain (kalaupun ada, bisa diabaikan).

Teori ini sangat lemah dalam pelaksanaan tindakan pencegahan kecelakaan, karena semata-mata hanya terpusat pada satu faktor penyebab kecelakaan saja

### 2.1.2.2. Teori Multi Penyebab

Untuk mengatasi kelemahan teori penyebab tunggal, Heinrich kemudian memunculkan Teori Multi Penyebab (*The Multiple causation or causality theory*)

ini mendasarkan fakta bahwa dimungkinkan lebih dari satu penyebab dalam suatu kecelakaan. Dalam menginvestigasi suatu kecelakaan perlu diidentifikasi sebanyak mungkin kemungkinan penyebab-penyebab terjadinya kecelakaan.

### **2.1.2.3. Teori Domino**

Teori ini terdiri dari 5 faktor yang mempengaruhi seluruh penyebab kecelakaan secara berurutan, yang digambarkan sebagai lima kartu domino yang berdiri sebagai suatu kesatuan. Ketika domino pertama jatuh, maka secara otomatis ke-empat domino lainnya akan jatuh pula, kecuali jika salah satu faktor telah dikoreksi/ dipindahkan dan menciptakan satu celah dalam rangkaian tersebut.

Kelima faktor dalam teori domino Heinrich adalah :

1. Kebiasaan (lingkungan sosial dan sifat bawaan seseorang / Ancestry and social environment) seperti sikap keras kepala dll.
2. Kesalahan manusia (Fault of person) seperti kecerobohan, temperamental, gugup, mengabaikan praktek-praktek yang aman dll.
3. Tindakan yang tidak aman (Unasafe act) seperti menyeberang jalan bebas hambatan, bercanda saat bekerja, kondisi yang tidak aman dari bahaya mekanik, fisik, lingkungan (and/or Mechanical or Physical Hazard) seperti roda gigi tanpa pelindung, kurangnya cahaya lampu saat bekerja dll
4. Kecelakaan (Accident) seperti terjatuh, tertabrak dll
5. Cidera (Injury) seperti patah tulang, amputasi, kehilangan mata dll akibat langsung dari kecelakaan dll.

### **2.1.2.4. Model Penyebab Kerugian DNV (*DNV's Loss Causation Model Theory*):**

Teori / model ini disederhanakan dan dikembangkan oleh DNV ("*Det Norske Veritas*" 1996, Bird et al 2005) berdasarkan teori domino Bird dan Loftus (1984) dan teori lainnya.

Bila dibaca dari atas (Lemahnya pengawasan) ke bawah (Kerugian), teori ini menggambarkan hubungan antara sebab dan akibat yang berujung pada kerugian akibat dari insiden / kecelakaan.

- Lemahnya Pengawasan  
Tidak memadai nya : Sistem -Standar -Kepatuhan
- Penyebab Dasar  
Terdiri dari faktor manusia dan faktor sistem / pekerjaan
- Penyebab Langsung  
Terdiri dari kegiatan tidak standar dan kondisi tidak standar
- Insiden  
Merupakan suatu kejadian
- Kerugian  
Keadaan cidera atau kerusakan yang tidak dikehendaki

1. Lemahnya Pengawasan / Pengendalian (*Lack of control*) :

Lemahnya pengawasan / pengendalian dalam manajemen meliputi : Sistem yang tidak memadai, Standar yang tidak memadai dan Kepatuhan yang tidak memadai. Pengawasan adalah salah satu dari empat rangsi manajemen yang esensial, yaitu : Perencanaan (Plan), Pengorganisasian (Organize), Pelaksanaan (Lead/direct) dan Pengawasan (Control). Fungsi-fungsi ini berhubungan dengan semua peketjaan manajer/supervisor pada semua tingkatan.

Pengendalian Manajemen (Management Control) yang merupakan pengembangan suatu sistem manajemen yang proaktif dinyatakan oleh DNV dalam "Understanding Management System" (2008). Manajemen resiko yang efektif berarti berpindah dari Lemahnya Pengawasan/Pengendalian (Lack of Control) ke Pengendalian Manajemen (Management Control).

Pengendalian Manajemen terdiri dari 3 komponen, yaitu :

- Mengembangkan sistem manajemen yang memadai
- Mengembangkan kinerja standar yang memadai
- Kepatuhan terhadap kinerja standar harus ditindak-lanjuti oleh para pimpinan pada semua tingkatan.

Lemahnya pengawasan juga berkaitan erat dengan komitmen institusi tersebut terutama dari top manajemennya.

## 2. Penyebab dasar (*Basic causes*)

Terjadi akibat adanya faktor bawaan dari individu pekerja (*personal factor*) atau faktor-faktor yang tidak standar di lingkungan kerja (*job factor*).

- Basic causes adalah penyakit atau penyebab yang nyata dibalik gejala.
- Basic causes membantu menjelaskan mengapa manusia melakukan tindakan yang tidak standar. Seperti misalnya seseorang tidak suka suatu prosedur yang tidak aman. Seorang pekerja dengan peralatan yang kompleks tidak akan mengoperasikannya dengan efisien dan aman tanpa mengembangkan skill melalui Prosedur Operasi Standar (SOP).
- Basic causes membantu menjelaskan mengapa ada kondisi yang tidak standar. Seperti misalnya membeli peralatan yang tidak sesuai atau beracun karena tidak ada standar yang memadai.

## 3. Penyebab langsung (*Immediate causes.*)

Adalah keadaan yang mendahului kontak. Penyebab langsung terjadi akibat adanya tindakan atau kondisi yang tidak standar. Penyebab langsung biasanya bisa dilihat dan bisa dirasakan.

Manajer Pengendalian Kerugian cenderung untuk memikirkan dan menggunakan istilah *substandard practices* dan *substandard conditions* sebagai penyimpangan-penyimpangan dari suatu standar atau praktek yang secara umum sudah biasa diterima / berlaku. Jalan pikiran seperti ini mempunyai keuntungan-keuntungan, diantaranya :

- Dalam hubungan praktek dan kondisi dengan suatu kinerja standar: sebagai dasar untuk pengukuran, evaluasi dan koreksi.
- Meminimalisir kesan menyalahkan pada tindakan tidak aman.
- Memperluas cakupan kepentingan dari pengendalian kecelakaan (*accident control*) ke pengendalian kerugian (*loss control*), yang mencakup keselamatan, kualitas, produksi dan pengendalian biaya.

Beberapa praktisi menganjurkan penggantian kata "*error*" (misal *management error*, *operational error* dll) ke sesuatu yang mengidentifikasi tanggung-jawab manajemen. *Error* sering disalah-artikan sebagai menyalahkan (*blame*), yang cenderung bermakna membela diri dan menyamarkan masalah-masalah keselamatan daripada menyelesaikannya.

#### 4. Kejadian (Incident)

Kejadian (event) yang mendahului kerugian yang dapat menyebabkan cedera atau kerusakan. Berikut adalah beberapa contoh tipe transfer energi dan bentuk kontakannya :

- Menabrak atau membentur.
- Stres berlebih / desakan berlebih / beban berlebih.
- Terpukul oleh (terbentur oleh obyek yang bergerak).
- Jatuh ke tingkat lebih rendah.
- Kontak dengan (energi atau zat berbahaya).
- Jatuh di tingkat yang sama (terpeleset dan jatuh, tumbang).
- Terperangkap, terjepit.
- Tersangkut (terkait, tergantung).
- Terperangkap antara (remuk atau terpotong).
- Pelepasan (energi atau zat yang berbahaya).

#### 5. Kerugian

Kerusakan yang tidak diinginkan (Loss : Unintended harm or damage): Hasil dari kecelakaan adalah kerugian (loss), yang dapat mengakibatkan kerusakan pada properti, bahaya, kehilangan fungsi salah satu organ tubuh dan kematian. Implikasi lainnya adalah mengganggu kinerja dan mengurangi profit. Efek dari kerugian ini sangat bervariasi, dari yang sangat ringan sampai fataliti dan malapetaka. Tindakan yang perlu diambil untuk meminimalisir kerugian pada tahapan ini:

- Sediakan perlengkapan P3K dan alat medik lainnya yang tepat
- Pemadam kebakaran yang efisien dan cepat
- Peralatan dan fasilitas untuk perbaikan yang tepat

- Implementasi dan rencana tanggap-darurat yang efisien
- Rehabilitasi pekerja untuk kembali bekerja yang efisien. .

### **2.1.3. Identifikasi dan Pencegahan Kecelakaan Kerja**

Upaya yang paling baik, bila dibandingkan dengan upaya lainnya adalah mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Kecelakaan akibat kerja dapat dicegah dengan :

#### **2.1.3.1. ILO, 1989:**

1. Peraturan perundangan.

Yaitu ketentuan yang harus dipatuhi mengenai hal-hal seperti kondisi kerja umum, perancangan, konstruksi, pemeliharaan, pengawasan, pengujian dan pengoperasian peralatan industri, kewajiban para pengusaha dan pekerja, pelatihan, pengawasan kesehatan, pertolongan pertama dan pemeriksaan kesehatan.

2. Standardisasi.

Yaitu menetapkan standar-standar resmi, setengah resmi ataupun tidak resmi, baik dari tingkat nasional maupun internasional.

3. Pengawasan.

Usaha penegakan peraturan, perundangan dan standar pedoman teknis yang berlaku yang harus dipatuhi.

4. Penelitian bersifat teknik.

5. Riset medis.

Adalah penelitian dampak kesehatan fisiologis dan patologis dari faktor-faktor lingkungan dan teknologi serta kondisi fisik yang amat merangsang terjadinya kecelakaan dan berkurangnya derajat kesehatan.

6. Penelitian secara statistik.

Untuk mengetahui jenis kecelakaan yang terjadi, seberapa banyak, dan apa yang menjadi penyebab.

7. Penelitian psikologis.

Penelitian pola psikologis yang dapat menyebabkan kecelakaan

8. Pendidikan.

Meliputi kegiatan pengajaran keselamatan di dalam sekolah ataupun kursus.

9. Pelatihan.

10. Upaya lain ditingkat perusahaan.

### 2.1.3.2. OHSAS 18001 : 2007

Pada klausul 4.3.1 *Planning for hazard identification, risk assessment and risk control* disebutkan bahwa perusahaan harus membuat, mengimplementasikan dan memelihara prosedur identifikasi risiko, analisis risiko dan penentuan pencegahan yang cukup untuk bahaya tertentu. Prosedur itu termasuk mengidentifikasi beberapa faktor berikut ini:

1. Kegiatan rutin dan non rutin.
2. Aktivitas untuk kontraktor dan tamu.
3. Tingkah laku dan kemampuan manusia serta faktor ergonomi.
4. Aktivitas dari luar area kerja yang dapat berdampak ke dalam perusahaan.
5. Bahaya kesehatan yang disebabkan karena aktivitas kerja.
6. Bahaya aspek lingkungan.
7. Sarana dan fasilitas, pengadaan material untuk perusahaan.
8. Perubahan yang ada di perusahaan baik aktivitas, material maupun fasilitas.
9. Modifikasi terhadap sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja.
10. Persyaratan peraturan dan perundangan .

### 2.1.3.3. Hazard and Operating Studies (HAZOPs)

HAZOP ini dikembangkan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi bahaya keselamatan di pabrik metode sistematis dan lengkap untuk menganalisis penyimpangan yang terjadi pada sistem atau proses kerja, biasanya pada industri kimia.

Tujuan analisis Hazop adalah untuk hati-hati meninjau proses atau operasi dengan cara yang sistematis untuk menentukan apakah penyimpangan proses dapat menyebabkan konsekuensi yang tidak diinginkan. Teknik ini dapat digunakan untuk proses yang terus menerus atau batch dan dapat disesuaikan untuk menilai prosedur tertulis (Macdonald, 2004).



#### **2.1.4. Metode Analisis Kejadian Kecelakaan**

Untuk melakukan investigasi kejadian kecelakaan, terdapat beberapa metode yang sudah sering digunakan, yaitu Fault Tree Analysis (FTA).

##### **2.1.4.1. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)**

Tujuan dari FMEA adalah untuk mengidentifikasi *equipment* tunggal dan model kegagalan sistem dan dampak potensial setiap modus kegagalan pada sistem atau pabrik. analisis ini khas dihasilkan rekomendasi untuk meningkatkan kehandalan peralatan, sehingga meningkatkan proses keselamatan (Vesely, Goldberg, Robert and Haasl, 1981). FMEA ini Merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis kegagalan komponen yang terjadidalam proses atau sistem dan efek yang dihasilkan dari kegagalan tersebut. FMEA merupakan analisis prediktif yang berorientasi pada kesalahan peralatan bukan pada kesalahan manusia, dengan menganalisis kegagalan komponen tunggal yang hasilnya mengarah pada peningkatan kemampuan atau ketahanan uji.

Menurut Haviland, 1998 FMEA digunakan sebagai teknik evaalulasi tingkat handal untuk menentukan efek dari kegagalan sistem dan peralatan. Kegagalan digolongkan berdasarkan dampaknya pada keberhasilan suatu misi dan keselamatan anggota atau peralatan. Mode FMEA mengidentifikasi kegagalan tunggal yang langsung mengakibatkan atau memberikan kontribusi yang signifikan pada kecelakaan. FMEA tidak efisien untuk mengidentifikasi suatu daftar panjang dari kombinasi kegagalan peralatan yang menyebabkan kecelakaan (Louis J. Diberardinis, 1999).

##### **2.1.4.2. *Fault Tree Analysis* (FTA)**

FTA adalah suatu analisis pohon kesalahan secara sederhana dapat diuraikan sebagai suatu teknik analitis. Pohon kesalahan adalah suatu model grafis yang menyangkut berbagai paralel dan kombinasi percontohan kesalahan-kesalahan yang akan mengakibatkan kejadian dari peristiwa tidak diinginkan yang sudah didefinisi sebelumnya, atau juga dapat diartikan merupakan gambaran hubungan timbal balik yang logis dari peristiwa-peristiwa dasar yang mendorong

kearah peristiwa yang tidak diinginkan menjadi puncak dari pohon kesalahan tersebut. (Sklet, 2002) .

FTA adalah suatu teknik deduktif yang difokuskan pada satu kejadian yang tidak dikehendaki (misalnya accident) dan selanjutnya dicari penyebab-penyebab dari kejadian tersebut. FTA menggunakan suatu diagram yang diawali dengan kejadian yang dikehendaki sebagai "*top event*" dan selanjutnya ditelusuri kombinasi kejadian "*contributory events*" yang menyebabkan terjadinya "*top event*". Antara "*contributory events*" dan "*top event*" terdapat "*logic gate*". FTA merupakan suatu teknik analisis dengan pendekatan "*top down* atau *reserve-thinking*" dan merupakan suatu "*failure oriented technique*".

Menurut Clemens (1993) *Fault Tree Analysis* adalah sebuah model grafik dari cabang dalam sistem yang dapat menuntun kepada suatu kemungkinan terjadinya kegagalan yang tidak diinginkan. Sebuah analisis pohon kegagalan (FTA) adalah suatu metode, deduktif *top-down* menganalisis desain dan kinerja sistem. Ini melibatkan menetapkan acara puncak untuk menganalisis (seperti api), diikuti dengan mengidentifikasi semua yang terkait elemen dalam sistem yang dapat mengakibatkan bahwa acara puncak terjadi.

FTA memberikan representasi simbolis tepat dari kombinasi peristiwa yang mengakibatkan terjadinya acara puncak. Acara dan gerbang dalam analisis pohon kegagalan diwakili oleh simbol. Analisis pohon kegagalan pada umumnya dilakukan secara grafis dengan menggunakan logis struktur *AND* dan gerbang *OR*. Kadang-kadang elemen tertentu, atau dasar peristiwa, mungkin harus terjadi bersama-sama agar acara puncak terjadi. Dalam hal ini, acara akan dilakukan di bawah gerbang *AND*, yang berarti bahwa semua kejadian dasar perlu terjadi untuk memicu puncak acara. Jika kejadian dasar saja akan memicu acara puncak, maka mereka akan dikelompokkan dalam sebuah gerbang *OR*. Seluruh sistem serta interaksi manusia akan dianalisis ketika melakukan kesalahan pohon analisis.

FTA dilakukan dengan pendekatan yang bersifat "*top down*" yang diawali dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari kejadian puncak (*top event*) kemudian merinci sebab-sebab suatu *top event* sampai kepada suatu kegagalan dasar.

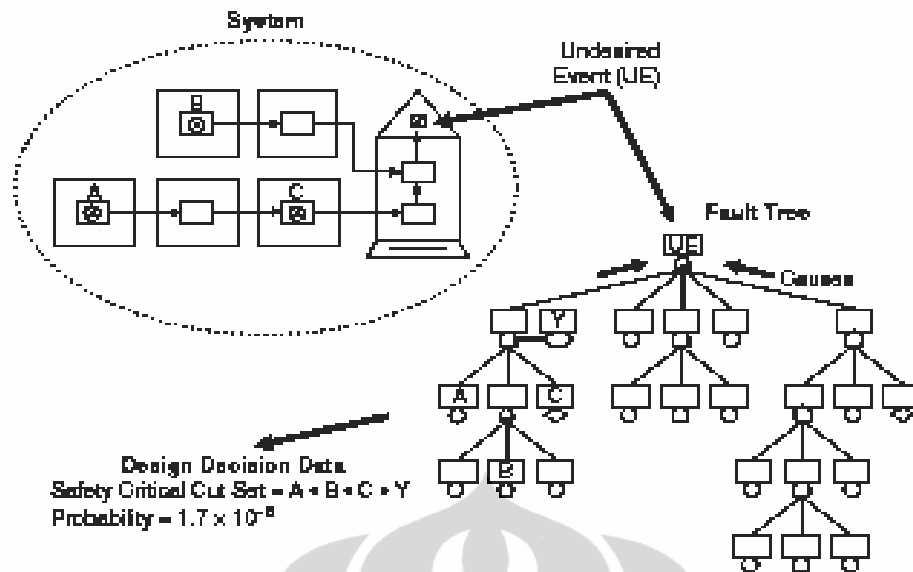
FTA adalah teknik deduktif yang fokus pada kecelakaan atau kegagalan sistem utama dan menyediakan metode untuk menentukan penyebab peristiwa itu. Kekuatan FTA sebagai alat kualitatif adalah sebagai pengidentifikasi risiko penyebab kecelakaan yang dapat menyebabkan kecelakaan, hal ini memungkinkan analisis bahaya untuk memfokuskan tindakan pencegahan atau mitigasi tentang penyebab dasar signifikan untuk mengurangi kemungkinan kecelakaan.

FTA cocok untuk analisis sistem yang sangat berlebihan. Untuk sistem yang rentan terhadap kegagalan tunggal yang dapat menyebabkan kecelakaan. FTA adalah model grafis yang menampilkan berbagai kombinasi kegagalan peralatan dan kesalahan manusia yang dapat mengakibatkan kegagalan sistem utama. (*Hazard evaluation Procedures*) FTA merupakan metode yang aktif dalam menemukan inti permasalahan karena memastikan bahwa suatu kejadian yang tidak diinginkan atau kerugian yang timbul tidak berasal pada satu titik kegagalan.

FTA mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan, yang melibatkan penggunaan gerbang logika sederhana. Metode *Fault Tree Analysis* ini bersifat sistematis, pendekatan *failure analysis* dari awal dan memusatkan analisis pada kasus kecelakaan khusus atau kejadian yang tidak diinginkan yang disebut "top event" tersebut. Karena itu FTA harus dilakukan untuk masing-masing "top event".

Dalam membangun model pohon kesalahan dilakukan dengan cara manajemen dan melakukan pengamatan langsung terhadap proses produksi di lapangan. Selanjutnya sumber-sumber kecelakaan tersebut digambarkan dalam bentuk model pohon kesalahan. *Fault Tree Analysis* merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis akar penyebab kecelakaan kerja.

Analisis pohon kesalahan (Høyland & Rausand, 1994) adalah metode untuk menentukan penyebab dari kecelakaan (atau acara puncak). Pohon kegagalan adalah model grafis yang menampilkan berbagai kombinasi peristiwa normal, kegagalan peralatan, kesalahan manusia, dan faktor lingkungan yang dapat mengakibatkan kecelakaan.



Gambar 2.1 Bentuk diagram Fault Tree Analysis

Analisis pohon kegagalan dapat kualitatif, kuantitatif, atau keduanya. Hasil dari analisis pencatatan kemungkinan kombinasi dari faktor lingkungan, kesalahan manusia, peristiwa normal dan komponen kegagalan yang dapat menyebabkan peristiwa penting dalam sistem dan probabilitas bahwa peristiwa penting akan terjadi selama jangka waktu tertentu interval. Kekuatan dari pohon kegagalan, sebagai alat kualitatif adalah kemampuan untuk memecahkan kecelakaan turun ke akar penyebab.

#### Istilah-istilah dalam FTA

1. *Event* : Penyimpangan yang tidak diinginkan atau diharapkan dari suatu keadaan normal pada suatu komponen dari system.
2. *Basic Event* : Kejadian yang tidak diharapkan sebagai penyebab dasar sehingga tidak perlu dilakukan analisis lebih jauh
3. *Top Event* : Kejadian yang tidak dikehendaki pada puncak yang akan diteliti lebih lanjut kearah kejadian dasar lainnya dengan menggunakan gerbang-gerbang logika untuk menentukan penyebab.
4. *Logic gate* : Hubungan secara logika antara input (kejadian yang dibawah). Hubungan logika ini dinyatakan dengan *AND* atau *OR GATE*.

5. *Transferred Event* : Segitiga yang digunakan simbol transfer. Simbol ini menunjukkan bahwa uraian lanjutan kejadian berada di halaman lain.
6. *Undeveloped Event* : Kejadian dasar (*basic event*) yang tidak akan dikembangkan lebih jauh karena tidak tersedianya informasi.

#### **2.1.4.3.Event Tree Analysis (ETA)**

Teknik analisis pohon kesalahan pertama kali dikembangkan pada awal 1960- an. Sejak saat ini mereka telah siap diadopsi oleh berbagai disiplin ilmu teknik sebagai salah satu metode utama dan keandalan melakukan analisis keselamatan.

ETA didasarkan pada logika biner, di mana sebuah event baik telah atau belum terjadi atau komponen telah atau belum gagal. Hal ini berguna dalam menganalisis konsekuensi yang timbul dari kegagalan atau peristiwa yang tidak diinginkan. Sebuah pohon kejadian dimulai dengan kejadian awal, seperti kegagalan komponen, peningkatan suhu / tekanan atau rilis dari zat berbahaya. Konsekuensi dari peristiwa tersebut ditindaklanjuti serangkaian path yang mungkin. Setiap jalan diberi probabilitas kejadian dan probabilitas hasil berbagai kemungkinan dapat dihitung (Sklet, 2002)

Metode ini digunakan untuk menilai suatu resiko dengan pendekatan deduktif. ETA menggunakan diagram logika untuk mengevaluasi kemungkinan hasil-hasil yang diperoleh bila terjadi suatu kejadian awal kecelakaan.

ETA berguna untuk mengevaluasi kelengkapan pengaman pada suatu rancangan atau peralatan sehingga kemungkinan terjadinya kecelakaan dapat dikurangi. Sebuah pohon kejadian grafis menunjukkan hasil yang mungkin dari sebuah kecelakaan bahwa hasil dari suatu kejadian awal.

Sebuah analisis pohon kejadian (ETA) merupakan representasi visual dari semua peristiwa yang dapat terjadi pada sistem. Karena jumlah peristiwa meningkat, penggambaran gambar keluar seperti ranting-ranting pohon.

ETA dapat digunakan untuk menganalisis sistem di mana semua komponen terus operasi, atau untuk sistem dalam yang beberapa atau semua komponen dalam modus siaga - yang melibatkan operasi logika sekuensial dan *switching*. Titik awal (disebut sebagai kejadian awal) mengganggu operasi sistem

normal. Pohon menampilkan Acara urutan peristiwa yang melibatkan keberhasilan dan / atau kegagalan dari komponen sistem.

Tujuan dari sebuah pohon kejadian adalah untuk menentukan probabilitas dari suatu peristiwa berdasarkan hasil dari setiap peristiwa dalam kronologis urutan kejadian yang menuju ke sana. Dengan menganalisis semua hasil yang mungkin menggunakan analisis pohon kejadian, Anda dapat menentukan persentase hasil yang mengarah pada hasil yang diinginkan (Sklet, 2002).

ETA mempertimbangkan respon sistem keselamatan dan operator untuk memulai acara ketika menentukan potensi hasil *accident*. ETA digunakan untuk mengidentifikasi berbagai kecelakaan yang dapat terjadi dalam proses yang kompleks. Setelah urutan kecelakaan individu diidentifikasi, kombinasi spesifik dari kegagalan yang dapat menyebabkan kecelakaan itu kemudian dapat ditentukan dengan FTA.

#### **2.1.4.4. Checklist**

Pada umumnya *checklist* dipergunakan untuk menganalisis sejauh mana pemenuhan peraturan dicapai dan juga efektif untuk mengidentifikasi bahaya. Metode analisis *checklist* ini serbaguna, mudah dijalankan pada setiap tahap dalam proses analisis. Analisis *checklist* menggunakan daftar tertulis dari item atau langkah-langkah prosedural untuk memverifikasi status sistem. Daftar pembanding konvensional sangat bervariasi dalam tingkat detail dan sering digunakan untuk menunjukkan kepatuhan terhadap standar dan praktek. Daftar *checklist* menyediakan dasar untuk evaluasi standar proses bahaya, dan dapat menjadi sebagai luas yang diperlukan untuk memenuhi situasi tertentu, tetapi harus diterapkan secara cermat untuk mengidentifikasi masalah yang memerlukan perhatian lebih lanjut.

## **2.2. Ledakan**

### **2.2.1. Definisi**

Ledakan didefinisikan sebagai pelepasan energi secara amat cepat dan biasanya dapat disertai dengan menjalarnya api atau kebakaran (Nevded, 1991),

Ledakan dari suatu material tergantung pada beberapa faktor, seperti bentuk fisik material (padatan, cairan, atau gas; powder atau mist), sifat fisik (heat capacity, tekanan uap, panas pembakaran, dan lain-lain), dan reaktifitas material tersebut. Sedangkan menurut Imamkhasani (1991) ledakan adalah reaksi yang amat cepat dan menghasilkan gas-gas dalam jumlah besar, dapat terjadi oleh reaksi dari bahan peledak, gas-gas mudah terbakar, atau reaksi dari berbagai jenis peroksida, terutama peroksida organik.

### 2.2.2. Klasifikasi ledakan

Ledakan dari suatu material tergantung pada beberapa faktor, seperti bentuk fisik material (padatan, cairan, atau gas; powder atau mist), sifat fisik (heat capacity, tekanan uap, panas pembakaran, dan lain-lain), dan reaktifitas material tersebut. Pada suatu incident mungkin terdapat lebih dari satu klasifikasi ledakan.

Tipe ledakan tergantung pada beberapa faktor sebagai berikut:

1. Kondisi penggunaan dan penyimpanan awal material
2. Cara material terlepas
3. Cara material terdispersi dan tercampur dengan udara
4. Kapan dan bagaimana material dapat terignisi

Klasifikasi utama dari ledakan adalah sebagai berikut:

1. *Physical explosion* terjadi akibat lepasnya energi mekanik secara tiba – tiba, seperti lepasnya gas bertekanan dan tidak terjadi reaksi kimia. *Physical explosion* terdiri dari vessel rupture, *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosionss* (BLEVE) dan *rapid phase transition explosionss* (Crowl, 2003). Ledakan vessel rupture terjadi ketika vessel yang berisi material bertekanan mengalami kegagalan secara tiba – tiba. Kegagalan tersebut dapat berupa kegagalan mekanis, korosi, pajanan panas, cyclical failures, dan lain – lain. Contoh vessel rupture adalah kegagalan mekanis pada vessel yang berisi gas bertekanan tinggi, tekanan berlebihan pada vessel yang berisikan gas, kegagalan relief device selama terjadinya kelebihan tekanan.

2. BLEVE terjadi ketika vessel yang berisi liquefied gas disimpan diatas titik didih normalnya mengalami kegagalan yang menimbulkan bencana besar. Kebakaran pada vessel mengakibatkan terbakarnya cairan dan membentuk gas secara tiba – tiba sehingga timbul kerusakan yang disebabkan oleh menyebarnya uap secara cepat, semburan cairan, isi vessel, serta fragmen pecahan vessel. Jika vessel berisikan material yang mudah terbakar maka dapat menimbulkan fire ball. Contoh BLEVE adalah kegagalan akibat terjadinya korosi pada pemanas air panas, dan retaknya tangki propana. Rapid phase transition explosions dapat terjadi ketika suatu material terpajan panas, dan menyebabkan perubahan bentuk yang tiba – tiba sehingga meningkatkan volume dari material tersebut. Contoh rapid phase transition explosion adalah minyak panas yang dipompakan kedalam vessel berisi air. Dan valve pipa yang terbuka, memajankan air ke minyak panas.
3. *Chemical explosion* memerlukan reaksi kimia, yang dapat berupa reaksi pembakaran, reaksi dekomposisi, atau reaksi eksotermik secara tiba – tiba lainnya. Chemical explosion terdiri atas uniform reactions dan propagating reactions, dimana ledakan yang terjadi pada vessel merupakan uniform explosions, sedangkan ledakan yang terjadi pada pipa yang panjang merupakan propagating reactions.
4. *Propagating reaction* adalah reaksi yang menyebar melalui reaksi massa, seperti pembakaran dari *flammable vapor* dalam pipa, vapor cloud explosion, atau dekomposisi dari padatan yang tidak stabil. Propagating reaction diklasifikasikan menjadi detonation atau deflagation, tergantung pada kecepatan bidang reaksi menyebar melalui massa yang tidak bereaksi. Pada detonasi bidang reaksi berpindah setara atau lebih cepat dari kecepatan suara dalam medium yang tidak bereaksi. Sedangkan deflagasi bidang reaksi berpindah lebih lambat dari kecepatan suara.
5. *Uniform reaction* adalah reaksi yang terjadi secara keseluruhan dari rangkaian reaksi, seperti reaksi yang terjadi dalam continuous stirred tank reactor (CSTR). Uniform reaction disebabkan oleh runaway reaction atau thermal runaway. Runaway reaction terjadi ketika panas yang dilepaskan oleh reaksi melebihi panas yang hilang sehingga temperature dan tekanan meningkat serta



cukup untuk merusak proses penyimpanan.

### 2.3. Kebakaran

Bahaya kebakaran adalah suatu kondisi yang mendukung berkembangnya api. Menurut Nevded (1991) Kebakaran adalah suatu kejadian yang kadang kala tidak dapat dikendalikan dan tidak diinginkan, sebagai hasil pembakaran suatu bahan dalam udara dan mengeluarkan energi panas dan nyala api. Bahan bakar merupakan suatu unsur atau senyawa yang akan terbakar bila terpapar pada derajat panas atau energi panas yang memadai, dapat berupa zat padat, cair dan gas.

#### 2.3.1. Teori api

Terdapat tiga teori dasar yang digunakan untuk menjelaskan reaksi kebakaran. Teori-teori tersebut adalah Fire Triangle, Tetrahedron of Fire dan Life Cycle of Fire. Dari ketiga teori tersebut, fire triangle merupakan teori yang pertama dan paling dikenal. Sedangkan teori kedua yaitu Tetrahedron of Fire memberikan penjelasan secara terperinci mengenai onsep kimia dari kebakaran, dan Life Cycle of Fire memberikan penjelasan yang terperinci dari Fire Triangle (Davlestshina and Cheremisinoff, 1998)

##### 2.3.1.1. Teori Segitiga Api

Teori kebakaran yang terkenal sebelumnya adalah teori segitiga api. Kebakaran dapat terjadi jika panas kontak dengan combustible material. Jika combustible material berbentuk padatan atau cairan, maka combustible material tersebut harus dipanaskan agar dapat membebaskan vapor yang cukup dan membentuk campuran yang dapat terbakar dengan oksigen di udara. Jika campuran *flammable* dipanaskan hingga ignition point (ignited), maka pembakaran akan terjadi. Untuk mencapai tahapan terjadinya suatu nyala api dan proses pembakaran diperlukan tiga elemen dasar pada suatu tempat dan waktu yang bersamaan. Tiga Elemen dasar yang diperlukan untuk terjadinya kebakaran adalah bahan bakar (fuel), udara atau oksigen, dan panas (Center for Chemical Safety, 2003).

Tiga komponen tersebut diibaratkan seperti tiga sisi dari sebuah segitiga,

setiap sisi harus saling menyentuh satu sama lain untuk membentuk segitiga. Jika salah satu sisi tidak menyentuh sisi lainnya, maka tidak akan membentuk segitiga. Tanpa adanya bahan bakar untuk dibakar maka kebakaran tidak akan terjadi. Begitu pula jika tidak ada oksigen atau panas yang cukup maka kebakaran tidak akan terjadi. Berikut ini adalah gambar dari fire triangle atau segitiga api (Center for Chemical Process Safety, 2003, Davletshina and Cheremisinoff, 1988 Nedved, 1991a).

### **2.3.1.2. Tetrahedron of fire**

Teori ini mencakup tiga komponen yang ada pada segitiga api tetapi ditambahkan sisi keempat yaitu rantai reaksi pembakaran (chain reaction of burning). Teori ini menyatakan bahwa ketika energi diterapkan pada bahan bakar seperti hidrokarbon, beberapa ikatan karbon dengan karbon terputus dan menghasilkan radikal bebas. Sumber energi yang sama juga menyediakan kebutuhan energi untuk memutus beberapa rantai karbon dengan hidrogen sehingga menghasilkan radikal bebas lebih banyak. Selain itu, rantai oksigen dengan oksigen juga terputus dan menghasilkan radikal oksida. Jika jarak antara radikal bebas cukup dekat maka akan terjadi recombining radikal bebas dengan radikal bebas lainnya atau dengan kelompok fungsional yang tidak jauh.

Pada proses pemutusan rantai, terjadi pelepasan energi yang tersimpan dalam rantai tersebut. Energi yang lepas menjadi sumber untuk memutuskan rantai yang lain dan melepaskan lebih banyak energi lagi. Dengan demikian, kebakaran “memberi makan” sendiri dengan menciptakan atau melepaskan lebih banyak lagi energi (rantai reaksi). Proses tersebut baru akan berhenti jika bahan bakar telah habis terbakar, oksigen telah habis, energi diserap bukan oleh bahan bakar, atau rantai reaksi terputus (Davletshina and Cheremisinoff, 1988).

### **2.3.1.3. Teori Siklus Api**

Teori siklus api ini menyatakan bahwa proses pembakaran terjadi dalam enam tahap. Tiga tahap pertama merupakan tiga komponen yang ada pada teori segitiga api (Davletshina and Cheremisinoff, 1988). Tahapan-tahapannya adalah sebagai berikut :

1. Masuknya panas (input heat), yaitu banyaknya panas yang diperlukan untuk menghasilkan uap dari padatan atau cairan, serta sebagai sumber penyalaan (ignition source). Panas yang masuk harus sesuai dengan temperature penyalaan (ignition source) bahan bakar.
2. Bahan bakar (fuel) harus pada komposisi yang sesuai untuk terbakar, dimana bahan bakar sudah menguap atau jika pada logam maka hampir seluruh potongan telah mencapai temperature yang sesuai untuk memulai pembakaran.
3. Oksigen. Teori ini masih menggunakan penjelasan klasik yaitu hanya menyangkut oksigen di atmosfer atau diperoleh dari udara bebas, untuk menjadi nyala api maka campuran antara gas dan Oksigen harus berada dalam daerah rentang mudah terbakar atau *flammable range*.
4. Perbandingan, yaitu perbandingan jumlah molekul-molekul atau peristiwa benturan antara oksigen dan molekul bahan bakar (persentuhan antara kaki oksidator dengan kaki bahan bakar pada fire triangle).
5. Pencampuran, dimana rasio bahan bakar terhadap oksigen harus benar sebelum penyalaan terjadi (*flammable range*). Pencampuran yang sesuai setelah panas diterapkan pada bahan bakar akan menghasilkan uap yang dibutuhkan untuk pembakaran.
6. Ignition continuity. Dalam kebakaran, energi kimia diubah menjadi panas. Panas yang dipancarkan dari api secara radiatif dan konvektif dipindahkan dari nyala api kembali ke permukaan bahan bakar. Panas tersebut harus cukup untuk menjadi panas yang masuk (input heat) demi berkelanjutnya siklus kebakaran. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa bagian terakhir, ignition continuity merupakan langkah pertama untuk siklus kebakaran selanjutnya, yaitu masuknya panas (input heat)

### 2.3.2. Klasifikasi Kebakaran

Di Indonesia, klasifikasi kebakaran tercantum pada peraturan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 02/KPTS/1985 yang terbagi menjadi 4 (empat) klasifikasi kebakaran, yaitu :

#### 1. Kebakaran kelas A

Kebakaran kelas ini melibatkan bahan-bahan padat bukan logam seperti kayu, karet, kertas dan berbagai jenis plastik dan serat. Prinsip pemadaman kebakaran jenis ini adalah menurunkan suhu dengan cepat dan menghalangi pembakaran dengan menggunakan semburan air atau cairan.

#### 2. Kebakaran kelas B

Kebakaran yang melibatkan cairan dan gas, dapat berupa solvent (pelarut), pelumas, produk minyak bumi, pengencer cat, bensin dan cairan yang / mudah terbakar lainnya. Prinsip pemadamannya adalah menghilangkan oksigem dan menghalangi nyala api.

#### 3. Kebakaran kelas C

Kebakaran yang melibatkan listrik bertegangan tinggi seperti kabel, stop kontak dan kontak sekering. Prinsip pemadamannya adalah memutuskan konduktivitas di jaringan listrik dan mengisolasinya dari oksigen.

#### 4. Kebakaran kelas D

Kebakaran pada logam seperti magnesium, zirconium, titanium, natrium, lithium dan senyawa natrium kalium. Prinsip pemadamannya adalah melapisi permukaan logam yang terbakar dan mengisolasinya dari oksigen.

### 2.3.3. Kebakaran Hidrokarbon

Kebakaran hidrokarbon merupakan salah satu yang penting untuk diperhatikan dalam suatu fasilitas proses. Terdapat beberapa situasi yang dapat menyebabkan gas, cairan ataupun bahan berbahaya yang dihasilkan, disimpan ataupun diproses dapat menyebabkan kebakaran.

Adapun beberapa tipe kebakaran hidrokarbon, adalah sebagai berikut (Center for Chemical Process Safety):

1. **Pool Fire** terjadi ketika terdapat akumulasi tumpahan *flammable liquid* dalam jumlah besar diatas tanah dan terignisi (Lees,1996, Center for Chemical Process Safety,2003). Selain itu pool fire juga dapat terjadi pada tangki timbun, yang disebut trench fire (Lees,1996). Pool fire memiliki beberapa karakteristik seperti jet fire, namun penyebaran panas secara konveksi pada pool fire lebih rendah dibanding dengan jet fire (Nolan, 1996).

2. **Jet fire** yang terjadi sering berhubungan dengan lepasnya gas bertekanan tinggi akibat kebocoran yang berasal dari *flammable liquid* di dalam vessel ataupun pipa lalu dan terignisi maka akan terjadi jet fire. Tekanan yang tinggi dan sumber yang ukurannya terbatas dapat menyebabkan kecepatan gas yang sangat tinggi mendekati kecepatan suara (Center for Chemical Process Safety, 2003, Nolan, 1996, Lees, 1996).
3. **Flash Fire** terjadi ketika lepasnya combustible gas yang tidak segera terignisi dan membentuk vapor yang tSerdispersi ke lingkungan ambien lalu terjadi ignisi (Lees, 1996, Nolan, 1996). Jika lepasnya gas terjadi terus menerus maka akan mengakibatkan terjadinya jet fire (Center for Chemical Process Safety, 2003).
4. **Running liquid fire** adalah pool fire yang “running” atau tidak diam diatas tanah namun mengalir. (Lees, 1996, Center for Chemical Process Safety, 2003)
5. **Fire Ball** dapat diakibatkan oleh ledakan pressure vessel dan menimbulkan awan uap dan kebanyakan kejadian fire ball terkait dengan liquefied gas.

#### 2.3.4. Manajemen Resiko Kebakaran

Proses manajemen resiko kebakaran adalah sebuah aplikasi sistematis terhadap kebijakan manajemen, prosedur, dan praktek-praktek yang dilakukan untuk mengidentifikasi, menganalisa, mengontrol, memonitor dan meninjau berbagai resiko kebakaran pada semua fase masa berlaku peralatan yang meliputi :

1. Desain
2. Konstruksi
3. Instalasi, pemasangan, dan pengaktifan
4. Pengoperasian termasuk menghidupkan dan mematikan
5. Pemeliharaan termasuk pembongkaran dan pemeliharaan terencana dan pemeliharaan pencegahan.
6. Modifikasi
7. Penon-aktifan dan pembongkaran

Proses manajemen resiko kebakaran sebaiknya menjadi sebuah bagian integral atau utuh dari organisasi-organisasi system manajemen kesehatan dan keselamatan kerja dan sebaiknya meliputi proses perbaikan yang terus menerus (AS/NZS 4801). Proses manajemen resiko kebakaran harus didokumentasikan untuk keawetan peralatan. Catatan dokumen harus dipertahankan, termasuk hal-hal yang berhubungan dengan :

1. Identifikasi bahaya kebakaran, analisi resiko, dan evaluasi resiko
2. Metode reduksi / resiko
3. Konsultasi
4. Pemeliharaan
5. Kecelakaan, insiden dan statistic keamanan dan
6. Monitoring dan peninjauan

Proses evaluasi kebakaran harus melewati proses perbandingan antara resiko kebakaran dengan criteria-kriteria yang telah disepakati dan harus menentukan prioritas untuk langkah lebih lanjut serta untuk mengurangi atau mengatasi kebakaran.

Proses manajemen resiko kebakaran haruslah merupakan sebuah proses perbaikan yang berlangsung terus menerus. Maka dari itu, proses ini harus senantiasa diawasi dan ditinjau ulang, yaitu :

1. Secara periodic dalam interval / waktu tidak lebih dari 5 tahun
2. Manakala dilakukan perubahan terhadap peralatan yang dipakai yang dapat berpengaruh padaterhadap resiko kebakaran
3. Ketika terjadi perubahan pemilik
4. Setelah peristiwa atau insiden kebakaran terjadi

Upaya pengurangan resiko yang dimulai dari *Eliminate, Isolate, Substitute, Personal Protective Equipment (PPE)*, dan *Administration Control* (AS 5062-2006).. Urutan pengurangan resiko ini pada prinsipnya adalah untuk memisahkan sumber bahaya dengan pekerja yang terlibat di dalamnya melalui metode dan perlindungan tertentu. *Eliminate, Isolate*, dan *Substitute* adalah merupakan rangkaian upaya untuk menghilangkan sama sekali atau melokalisir *hazard* dari pekerja yang

terlibat di dalamnya, sedangkan *PPE* dan *Administration Control* merupakan perlindungan terakhir untuk bahaya yang masih tersisa (*residual hazard*).

Proses tersebut juga bisa diterapkan dalam upaya menekan resiko kebakaran alat berat. Perbedaannya terletak pada object yang dikontrol dimana upaya yang dilakukan adalah untuk mencegah penyatuan / terbentuknya segitiga api, terutama unsur bahan bakar dan pemantik, sehingga tidak terjadi kebakaran sekalipun kedua unsur tersebut selalu ada. Hadirnya unsur udara bahkan mengurangi resiko terbentuknya pemantik mengingat fungsinya dalam mereduksi temperatur pada beberapa bagian dari sebuah mesin. Dalam fire risk reduction, langkah pertama hingga langkah ke tiga merupakan upaya pencegahan timbulnya api, sedangkan langkah ke 4 langsung berupa administration control yang kemudian diikuti dengan penyediaan peralatan pemadam kebakaran. Struktur langkah-langkah ini sebagaimana ditunjukkan dibawah

1. Level 1 Eleminasi dengan desain
2. Level 2 Minimalisasi dengan desain
3. Level 3 Penggunaan Safeguard mesin yang sesuai
4. Level 4 Penggunaan alat control administrative misalnya praktek keselamatan kerja
5. Level 5 Penggunaan langkah-langkah perlindungan kebakaran yang sesuai

## **2.4. Liquefied Petroleum Gas (LPG)**

### **2.4.1. Roadmap Konversi Minyak Tanah ke LPG 2007 – 2010**

Program Pemerintah Indonesia untuk Konversi Minyak Tanah ke LPG direncanakan dilaksanakan secara bertahap dari tahun 2007 - 2010 dengan total jumlah KK terkonversi adalah 42.020.000 KK. Road mapnya dapat dilihat pada tabel tersbut dibawah ini.

Tabel 2.1. Roadmap konversi minyak tanah ke LPG 2007 – 2010 (sumber Pertamina)

Tahun	KK terkonversi (tahun berjalan)	Wilayah
2007	3,500,000	Jawa – Bali & Palembang
2008	12,500,000	Medan, Pekanbaru, Sumsel, Jawa - Bali, Balikpapan, Makasar
2009	13,251,516	Seluruh Jawa - Bali
2010	12,768,484	Luar Jawa

#### 2.4.2. Gambaran Umum

Liquefied Petroleum Gas (LPG) Pertamina dengan brand Elpiji, merupakan gas hasil produksi dari kilang minyak (Kilang BBM) dan Kilang gas, yang komponen utamanya adalah gas propana ( $C_3H_8$ ) dan butana ( $C_4H_{10}$ ) lebih kurang 99 % dan selebihnya adalah gas pentana ( $C_5H_{12}$ ) yang dicairkan. Elpiji lebih berat dari udara dengan berat jenis sekitar 2.01 (dibandingkan dengan udara), tekanan uap Elpiji cair dalam tabung sekitar 5.0 – 6.2 Kg/cm<sup>2</sup>. Perbandingan komposisi, propana ( $C_3H_8$ ) : butana ( $C_4H_{10}$ ) = 30:70.

Idealnya produk disebut sebagai "propana" dan "butan" sangat sebagian besar terdiri dari hidrokarbon jenuh; tetapi selama proses ekstraksi / produksi tertentu hidrokarbon tidak jenuh yang diijinkan seperti etilen, propylene, butylenes dll dapat dimasukkan dalam campuran bersama dengan propana murni dan butan. Kehadiran ini dalam jumlah sedang tidak akan mempengaruhi LPG dalam hal pembakaran tetapi dapat mempengaruhi sifat-sifat lainnya sedikit (seperti pH atau gusi formasi). Adapun nilai kalorinya sekitar 21.000 BTU/lb. Zat mercaptan biasanya ditambahkan kepada LPG untuk memberikan bau yang khas, sehingga kebocoran gas dapat dideteksi dengan cepat. Elpiji Pertamina dipasarkan dalam kemasan tabung (3 Kg, 6 Kg, 12 Kg, 50 Kg) dan curah. LPG berasal dari dua sumber. Hal ini dapat diperoleh dari penyulingan minyak mentah. Ketika diproduksi dengan cara itu umumnya dalam bentuk bertekanan. LPG juga diekstrak dari gas alam atau minyak mentah yang berasal



dari aliran waduk bawah tanah. 60% LPG di dunia saat ini dihasilkan dengan cara ini sedangkan 40% dari LPG diekstraksi dari penyulingan minyak mentah.

Dalam kondisi atmosfer atau suhu kamar, LPG akan berbentuk gas. Volume LPG dalam bentuk cair lebih kecil dibandingkan dalam bentuk gas untuk berat yang sama. Karena itu elpiji dipasarkan dalam bentuk cair dalam tabung tabung logam bertekanan. Untuk memungkinkan terjadinya ekspansi panas (thermal expansion) dari cairan yang dikandungnya, tabung elpiji tidak diisi secara penuh, hanya sekitar 80 - 85% dari kapasitasnya.

LPG digunakan sebagai bahan bakar untuk rumah tangga (memasak), industri, perkebunan, pertanian, pemanasan dan pengeringan proses. LPG dapat digunakan sebagai bahan bakar otomotif atau sebagai propelan untuk aerosol, dan juga beberapa tambahan spesialis aplikasi. LPG juga dapat digunakan untuk menyediakan pencahayaan melalui penggunaan lentera tekanan.

Sementara butana dan propana adalah senyawa kimia yang berbeda, sifat mereka cukup mirip berguna dalam campuran. Butana dan Propane keduanya jenuh hidrokarbon. Mereka tidak bereaksi dengan lainnya. Butana kurang stabil dan mendidih pada 0,6 deg C. Propane lebih stabil dan mendidih pada - 42 deg C. Kedua produk adalah cairan pada tekanan atmosfer ketika didinginkan ke suhu yang lebih rendah daripada titik didihnya. Penguapan berlangsung cepat pada suhu di atas titik didih. Kalori (panas) nilai keduanya hampir sama. Keduanya demikian diramu untuk mencapai tekanan uap yang dibutuhkan oleh pengguna akhir dan tergantung pada kondisi ambien. Jika suhu lingkungan sangat rendah propana lebih disukai untuk mencapai lebih tinggi tekanan uap pada suhu yang diberikan. Keuntungan dari LPG adalah sebagai berikut :

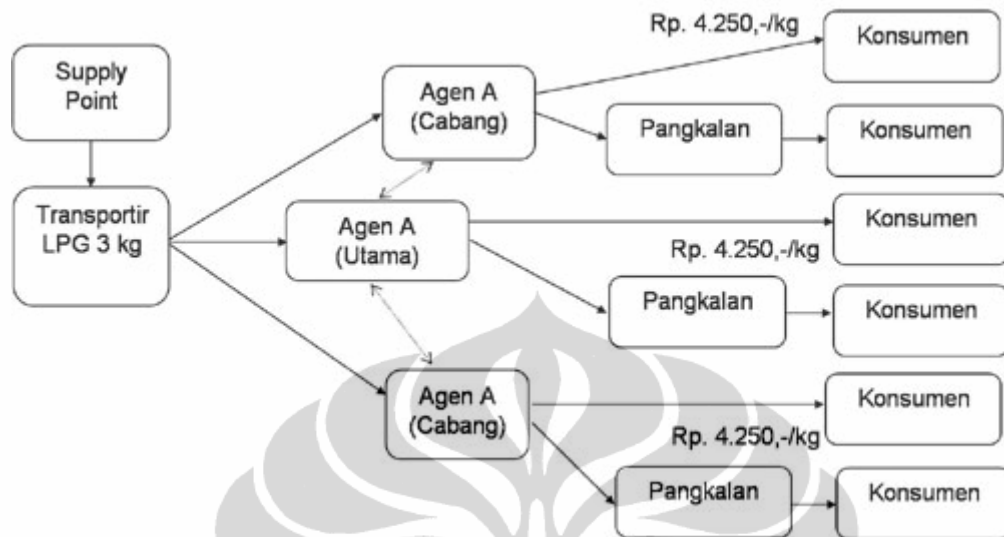
- Karena komponen yang relatif lebih sedikit, mudah untuk mencapai bahan bakar yang tepat untuk rasio campuran udara yang memungkinkan pembakaran lengkap produk. LPG ini memberikan karakteristik pembakaran yang bersih.
- Kedua Propane dan Butana mudah cair dan disimpan dalam kontainer tekanan. Properti ini membuat bahan bakar yang sangat portabel, sehingga dapat dengan mudah diangkut dalam silinder atau tank untuk dipakai akhir.

- LPG adalah pengganti yang baik untuk bensin di percikan mesin pengapian. Sifat pembakaran yang bersih, dalam mesin disetel dengan benar, berikan mengurangi emisi gas buang, pelumas diperpanjang dan spark plug hidup.
- Sebagai pengganti propellants aerosol dan refrigeran, LPG menyediakan alternatif fluorocarbons, yang diketahui menyebabkan kerusakan lapisan ozon bumi.
- Sifat pembakaran bersih dan portabilitas LPG menyediakan pengganti bahan bakar tradisional seperti kayu, batubara, dan bahan organik lainnya. Ini memberikan solusi untuk de-reboisasi dan penurunan partikulat masalah di atmosfer (kabut), yang disebabkan oleh pembakaran bahan bakar tradisional.

Bahan bakar gas cair adalah gas yang mudah terbakar yang memiliki potensi untuk menciptakan bahaya. Oleh karena itu penting bahwa sifat dan penanganan yang aman LPG dipahami dan diterapkan dalam domestik dan komersial / industri, diantaranya adalah :

- Bahan bakar gas cair disimpan di bawah tekanan. gas akan bocor dari gabungan atau sambungan yang tidak tertutup dengan benar.
- Bahan bakar gas cair lebih berat daripada udara. Kebocoran yang signifikan akan bergerak ke bawah dan tetap di tanah. LPG akan menumpuk di setiap daerah dataran rendah seperti depresi di dalam tanah, saluran air atau pit.
- Sejak LPG disimpan dalam dua tahap, cair dan gas, ada potensi untuk baik kebocoran cairan atau kebocoran gas. Jika minyak Liquefied kebocoran gas adalah gas bocor mungkin tidak terlihat (karena LPG tak berwarna), kecuali kebocoran adalah ukuran yang cukup untuk terlihat berkilauan di udara. Ketika Liquefied cair minyak terjadi kebocoran gas, pelepasan gas akan dilihat sebagai patch es di sekitar area kebocoran, atau sebagai sebuah jet cairan putih. Ini penampilan putih adalah disebabkan oleh efek pendinginan yang diciptakan oleh ekspansi cepat dari cairan menjadi gas LPG. kondensasi uap air atmosfer yang membuat terlihat bocor.
- Dalam jumlah terkonsentrasi dan dalam kondisi tidak terkontrol, bahan bakar gas cair memiliki potensial untuk membuat api atau ledakan.

### 2.4.3. Jalur Distribusi (Pertamina)



Gambar 2.2. Jalur Distribusi Elpiji 3 Kg.

Keterangan:

1. LPG FP (LPG Filling Plant) Pertamina adalah stasiun pengisian LPG milik Pertamina, yang mengisi Elpiji curah ke dalam tabung Elpiji 3 kg.
2. Filling Plant Swasta/SPPBE (Stasiun Pengisian dan Pengangkutan Bulk Elpiji) adalah stasiun pengisian LPG milik swasta. Seperti halnya LPG FP Pertamina, SPPBE bertugas untuk mengisi Elpiji curah ke dalam tabung Elpiji 3 kg.
3. Agen Elpiji 3 kg membeli Elpiji dalam kemasan tabung 3 kg ke Pertamina dan menjualnya kepada konsumen, langsung atau tidak langsung melalui Pangkalan Elpiji 3 kg.
4. Agen Elpiji 3 kg mendapatkan margin Rp 100/kg dan transportation fee Rp 390,10 per kg, sedangkan Pangkalan mendapatkan margin Rp 300 per kg.

#### **2.4.4. Buku Pintar Petunjuk Aman Penggunaan LPG Pertamina ukuran 3 Kg.**

##### **2.4.4.1. Cara menggunakan LPG yang aman dan benar.**

Berikut adalah cara menggunakan LPG dengan aman dan benar, yaitu :

1. Gunakan peralatan ELPIJI (tabung, kompor, regulator dan selang) sesuai Standard Nasional Indonesia (SNI).
2. Kompor dan tabung ELPIJI ditempatkan di tempat yang datar dan di ruangan yang memiliki sirkulasi udara yang baik.
3. Idealnya ventilasi dapur berada di dinding bagian bawah dan mengarah ke tempat aman mengingat berat jenis ELPIJI lebih berat dari udara maka apabila terjadi kebocoran ELPIJI akan berada di bagian bawah atau pintu dapur terbuka.
4. Selang harus terpasang erat dengan klem pada regulator maupun kompor.
5. Tabung ELPIJI diletakkan menjauh dari kompornya atau sumber api lainnya dan harus diupayakan tidak terpapar panas.
6. Pasang regulator pada katup tabung ELPIJI (posisi *knob* regulator mengarah ke bawah). Pastikan regulator tidak dapat terlepas dari katup tabung ELPIJI. Pastikan selang tidak tertindih atau tertekuk.
7. Periksa kemungkinan kebocoran gas dari tabung, kompor, selang maupun regulatornya dengan cara membasuh dengan air sabun pada bagian-bagian rawan kebocoran (sambungan regulator dengan *valve* tabung, sambungan selang ke regulator dan kompor). Apabila terjadi kebocoran akan terjadi gelembung-gelembung udara pada air sabun dan tercium bau khas ELPIJI.
8. Rangkaian Kompor ELPIJI siap dan aman untuk digunakan.
9. Cara menggunakan kompor yang baik:
  - Tekan dan putar *knob* kompor berlawanan arah jarum jam.
  - Putar knob sampai posisi off (ditandai dengan bunyi klik) bila selesai

Adapun tips khusus yang sangat berguna bagi masyarakat yang ruang dapur yang menjadi satu dengan ruang makan atau ruang tidur dan tidak

mempunyai ventilasi atau sirkulasi udara yang baik maka harus diperhatikan perihal sebagai berikut :

1. Pada dini hari setelah bangun tidur dan akan menghidupkan kompor harus diyakinkan tidak ada akumulasi gas dalam ruangan dengan cara membuka pintu/jendela terlebih dahulu. Bau khasLPG tidak akan tercium apabila kita sedang pilek dan penciuman kita akan mengalami imun terhadap bau apabila kita sudah terpapar bau tersebut dalam waktu yang cukup lama.
2. Pada saat ruangan tertutup ditinggal dalam waktu lama, pada saat membuka pintu harus diyakinkan bahwa dalam ruang tersebut tidak terjadi akumulasi LPG akibat kebocoran sebelum menyalakan listrik dan sumber api lain.
3. Jangan mencolok-colok *valve* tabung apabila LPG tidak keluar dari tabung, tukarkan dengan penjual atau agen terdekat.
4. Jangan menggunakan kompor gas dan kompor minyak tanah secara bersamaan dalam satu ruangan.
5. Jangan menghidupkan kompor jika tercium bau ELPIJI yang bocor

#### **2.4.4.2.Cara merawat material paket konversi**

Berikut adalah cara merawat material paket konversi, yaitu :

1. Tabung LPG
  - Tabung harus dalam posisi berdiri.
  - Tabung gas tidak boleh terkena langsung dengan sinar matahari atau sumber panas lain.
  - Tabung tidak boleh dilempar atau digelindingkan.
  - Hindari dari nyala api yang terbuka (lampu minyak, rokok).
  - Tabung harus disimpan pada tempat yang kering, tidak basah dan tidak diperkirakan menimbulkan korosi.
2. Katup
  - *Valve* pada tabung harus dirawat dengan baik dan jangan diganggu.
  - *Rubber seal* harus selalu ada.
  - Pastikan ketika membeli masih terpasang *seal cap*. Plastik pembungkus *valve*.

### 3. Selang

- Hindari dari gigitan hewan, seperti tikus, sayatan benda tajam ataupun terkena nyala api.
  - Jangan sampai letak selang tertindih terlipat.
- ### 4. Harus dibersihkan dari sisa-sisa makanan yang tertumpah agar tidak menarik tikus.
- Lakukan pemeriksaan harian pada selang untuk mengetahui kebocoran.
  - Pastikan benar-benar erat pemasangan klem pada sambungan selang dengan kompor dan antara selang dengan regulator untuk menghindari kebocoran.
  - Selalu dibersihkan secara rutin secara harian.
  - Jangan menggunakan kompor minyak tanah secara bersamaan dengan penggunaan kompor gas terutama pada saat pemasangan regulator.
  - Periksa selalu selang, Klem, *Valve* dan Regulator, apabila ada indikasi yang tidak beres bawa segera ke agen.

### 5. Sirkulasi Udara

Dibutuhkan sirkulasi udara pada dapur dengan member jendela lebar atau pintu. Ventilasi dekat dengan permukaan lantai sangat penting.

### 6. Hindari Kebakaran

Pada saat peralatan elpiji aktif, jauhkan dari benda-benda yang mudah terbakar, gunakan kompor hanya untuk memasak bukan untuk mengeringkan atau keperluan lainnya.

#### **2.4.4.3. Ciri-ciri tabung LPG ukuran 3 Kg yang pengadaannya melalui pabrikan yang ditunjuk oleh Pertamina**

Ciri-ciri tabung LPG ukuran 3 Kg yang pengadaannya melalui pabrikan yang ditunjuk oleh Pertamina, adalah :

1. Penampilan visual secara umum (harus tampak mulus dan tidak mengalami kerusakan/ penyok).
2. Pemasangan *valve*, sisa ulir *valve* yang tampak adalah 3-5 ulir.
3. Rigi-rigi (bentuk permukaan) hasil las baik (harus halus dan mulus).
4. Mutu pengelasan baik (tidak terdapat cacat : *undercut* , *pin hole* atau retak).
5. Mutu penandaan/penandaan tabung baik

Adapun penandaan pada sisi hand guard dengan *stamping*, adalah :

- Diproduksi untuk Pertamina
- Kode produksi pabrikan dan Nomor Seri
- *Water capacity*.
- *Tara weight*
- *Test pressure*
- Bulan dan tahun pembuatan
- Penandaan SNI pada produk (*stamping*)

Sedangkan penandaan sablon dan *emboss* pada badan tabung, adalah :

- Lingkaran merah di sekitar *neck ring* dengan lebar pengecatan  $20 \pm 1$  mm
  - *Emboss* logo Pertamina
  - Lambang LPG Pertamina
  - Sablon pada sisi *hand guard*
  - Sablon bulan dan tahun uji selanjutnya
6. Lakukan pemeriksaan tabung LPG 3 kg sebelum digunakan:
- Pastikan segel/*security seal cap* dalam keadaan baik.
  - Pastikan tersedia *inner seal* pada *valve*.
  - Pastikan tidak ada kebocoran pada *body* tabung (contoh: pada bagian las).
  - Pastikan tidak ada kebocoran pada sambungan tabung dan *valve*.
  - Pastikan tidak ada kebocoran pada sambungan tabung dan regulator.
  - Pastikan bahwa *rubber seal* dalam keadaan baik.

#### 2.4.4.4. Ciri-ciri katup (valve) yang digunakan untuk tabung LPG Pertamina ukuran 3 Kg.

Ciri-ciri katup yang digunakan resmi oleh Pertamina, yaitu :

1. Penampilan visual secara umum (harus tampak mulus dan tidak mengalami kerusakan/penyok).
2. Valve terbuat dari bahan kuningan / *bronze*.
3. Posisi ulir yang dipasang pada tabung harus sesuai dan minimum tiga drat tersisa.
4. *Safety valve* dalam kondisi baik.
5. Diameter bagian atas valve sesuai dengan bagian dalam regulator.

6. Terdapat karet (*rubber seal*) pada lubang valve. Kondisi *rubber seal* harus :  
halus, tidak mudah robek, sesuai dengan diameter dalam lubang *valve*).
7. Terdapat tanda pada badan *valve* :
  - Lambang Pertamina
  - Kode Pabrik / Pembuat
  - Bulan dan tahun pembuatan
  - Petunjuk tekanan kerja maksimum
8. Dilakukan uji coba sebelum digunakan :
  - *Valve* tidak boleh bocor pada *body*, *safety valve*, dan *spindle* (bagian atas *valve*)
  - *Valve* tidak boleh bocor pada sambungan ke tabung dan regulator
  - Dapat terpasang secara pas pada regulator

#### **2.4.4.5. Cara mengetahui dan mengatasi adanya kebocoran gas LPG**

Ada berbagai cara untuk mengetahui dan mengatasi adanya kebocoran LPG, diantaranya :

1. Tercium bau khas gas ELPIJI yang menyengat
2. Terdapat embunan pada tabung ELPIJI biasanya ada disekitar sambungan pengelasan tabung, *neck ring*, *valve* maupun sambungan pada *foot ring*
3. Terdapat bunyi mendesis pada regulator.
4. Jika terjadi kebocoran pada tabung Gas ELPIJI tindakan yang harus segera dilakukan adalah:
  - Lepaskan regulator, bawa tabung keluar ruangan dan letakkan di tempat terbuka.
  - Jangan menyalakan api atau menghidupkan listrik.
5. Bawa tabung gas ELPIJI tersebut ke agen atau penjual gas Elpiji

### **2.5. Spesifikasi Teknis Katup Tabung Baja LPG (SNI 1591:2008)**

#### **2.5.1. Definisi**

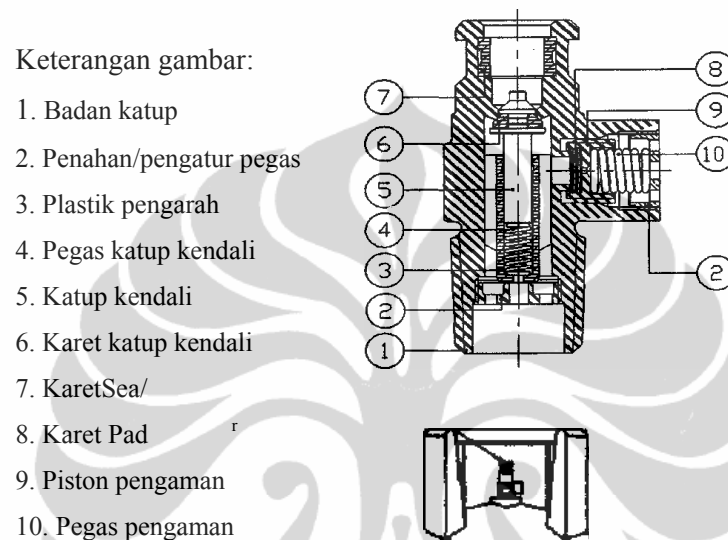
sebuah katup yang dipasang pada tabung, berfungsi sebagai penyalur dan pengaman gas LPG terdiri dari dua jenis katup yaitu *Quick On* dan *Hand Wheel*.



Untuk tabung gas 3 Kg sampai 12 Kg digunakan katup *Quick On*.

### 2.5.1.1. Katup *Quick On*

Katup yang membuka dan menutup secara otomatis, yang dilengkapi dengan satu atau dua katup kendali (*spindle*) digunakan pada tabung baja gas LPG kapasitas isi 3 Kg sampai dengan 12 Kg.



Gambar 2.3. Katup *quick-on* 1 (satu) katup kendali kapasitas isi tabung 3 Kg

### 2.5.1.2. Katup *Handwheel*

Katup yang membuka dan menutup secara manual dan digunakan pada tabung baja gas LPG kapasitas isi 50 Kg



Gambar 2.4. katup katup *Handwheel*

## 2.5.2. Komponen

Komponen katup tabung baja terdiri dari :

- Badan katup yang terbuat dari tembaga paduan sesuai dengan standar JIS

3250 (1992) kelas C 3771 BE, harus memiliki kekuatan impak minimum 14,7 Nm

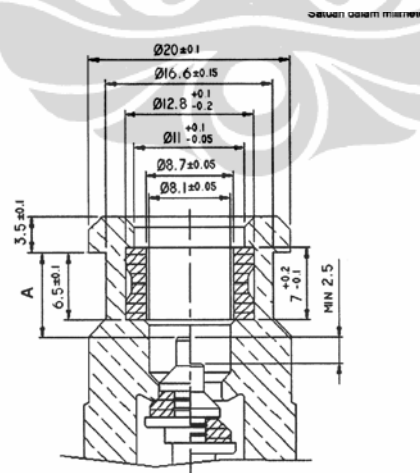
- Karet gasket harus bebas dari pori-pori, lekukan dan partikel asing serta mempunyai permukaan yang halus, dan tidak lekat dengan sedikit mungkin penggunaan bubuk talck.
- Pegas katup harus tahan karat dan sesuai untuk penyaluran gas LPG

### 2.5.3. Aturan dan Standar

Adapun standar teknis yang berlaku di Indonesia untuk katup tabung baja gas LPG adalah SNI 1591:2008 yang merupakan revisi dari SNI 19-1591-2006 dan SNI 1591:2007. Standar ini menetapkan bentuk dan bahan, syarat konstruksi, syarat mutu, pengambilan contoh, cara uji dan pengemasan dan penandaan katup tabung baja LPG dimana acuan normatifnya, yaitu :

- SNI 07-0408-1989, cara uji tarik logam
- SNI 19-0411-1989, cara uji Charpy
- JIS H 3250 (1992), Copper dan copper alloy rods and bars
- SNI 1452:2007, Tabung baja elpiji

### 2.5.4. Syarat Konstruksi

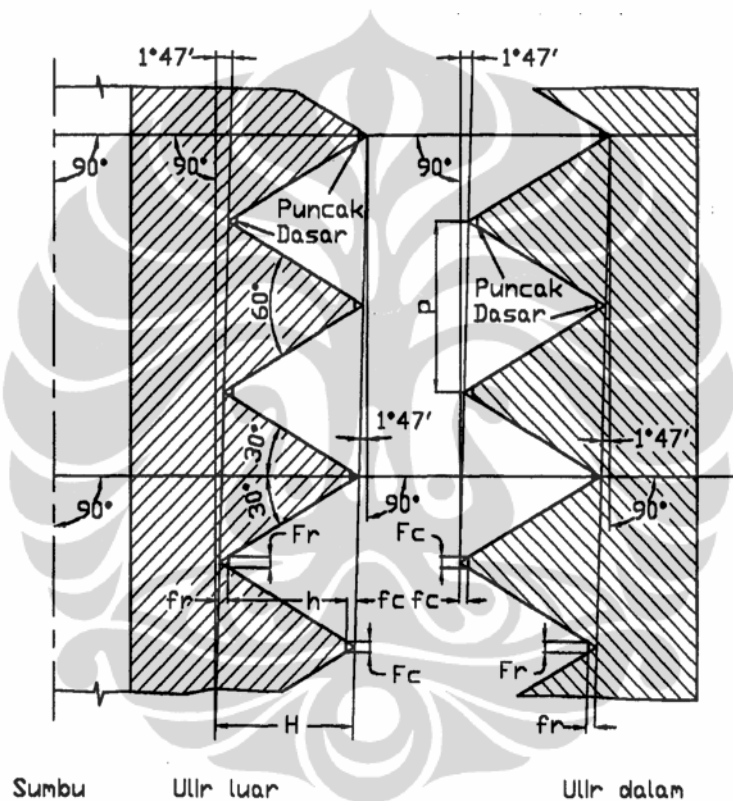


Keterangan gambar:

A = 8,2±0,3 untuk katup *quick on* dengan 2 katup kendali  
 A = 9,2±0,3 untuk katup *quick on* dengan 1 katup kendali

Gambar 2.5. bentuk dan toleransi ukuran permesinan mulut katup

- Bentuk ukuran dan toleransi permesinan mulut katup tabung baja LPG kapasitas isi tabung 3 Kg sampai dengan 2 Kg harus sesuai dengan ukuran yang diberikan pada gambar dibawah :
- Sambungan katup dengan tabung menggunakan ulir 1/2"-14 NGT untuk katup tabung baja LPG kapasitas isi tabung 3 Kg - 4,5 Kg, dengan sudut ulir 60° dan ketirusan 1/16 pada diameter. Bentuk dan ukuran ulir seperti pada dua Gambar dibawah ini.



**Keterangan gambar:**

Pits diukur sejajar terhadap sumbu,  $p = 1,814 \text{ mm}$

Sudut ulir  $60^\circ$  normal terhadap sumbu

Ketirusan  $1/16$  diukur pada diameter sepanjang sumbu

$H = 0.866025 \times p =$  tinggi ulir sebelum terpancung

$H = 0.800000 \times p =$  tinggi ulir

$f_c$  tinggi puncak terpancung

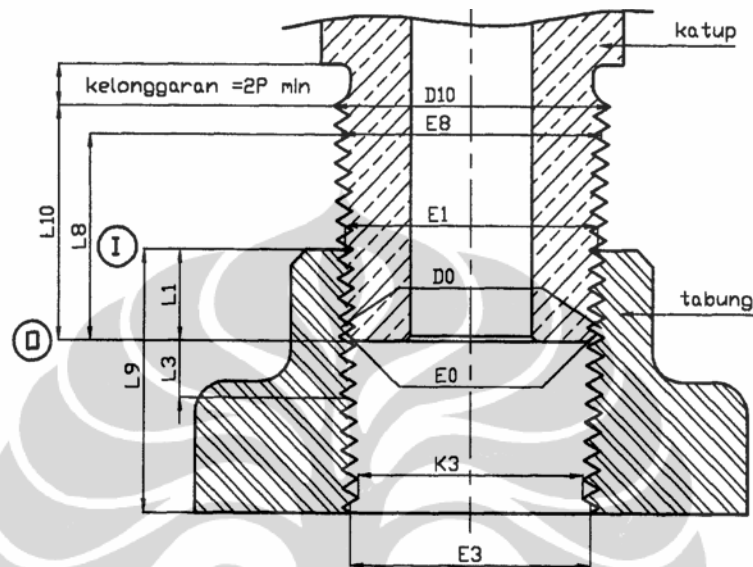
$f_r$  tinggi dasar terpancung

$F_c$  lebar puncak terpancung

$F_r$  lebar dasar terpancung

Gambar 2.6. bentuk ulir 1/2 " – 14 NGT

- Diameter pits pada ulir katup dan ulir tabung (cintin leher) diukur pada  $\pm 1$  putaran dari dasar.



**Keterangan gambar:**

P	adalah Pits ulir	
O	adalah bidang acuan untuk pengukuran ulir tabung	
I	adalah Bidang acuan untuk pengukuran ulir tabung (cintin leher)	
D	adalah Diameter luar	
D <sub>10</sub>	adalah 27,42 (ulir 3/4"-14 NGT)	21,90 (ulir 1/2"-14 NGT)
D <sub>0</sub>	adalah 26,03 (ulir 3/4"-14 NGT)	20,72 (ulir 1/2"-14 NGT)
E	adalah Diameter pits	
E <sub>0</sub>	adalah 24,58 (ulir 3/4"-14 NGT)	19,26 (ulir 1/2"-14 NGT)
E <sub>1</sub>	adalah 25,12 (ulir 3/4"-14 NGT)	19,77 (ulir 1/2"-14 NGT)
E <sub>3</sub>	adalah 24,24 (ulir 3/4"-14 NGT)	18,92 (ulir 1/2"-14 NGT)
E <sub>8</sub>	adalah 25,80 (ulir 3/4"-14 NGT)	20,45 (ulir 1/2"-14 NGT)
K	adalah Diameter dalam	
K <sub>3</sub>	adalah 22,79 (ulir 3/4"-14 NGT)	17,47 (ulir 1/2"-14 NGT)
L <sub>1</sub>	adalah Standar pengencangan dengan tangan 8,61 (ulir 3/4"-14 NGT)	8,1 1/2"-14 NGT)
L <sub>3</sub>	adalah 3 (tiga) ulir pengencangan dengan kunci torsi sebesar 105 N.m untuk 1/2"-14 NGT dan torsi sebesar 225 N.m untuk ulir 3/4" – 1/4 NGT	
L <sub>1</sub> + L <sub>3</sub>	adalah 14,05 (ulir 3/4"-14 NGT)	13,57 (ulir 1/2"-14 NGT)
L <sub>8</sub>	adalah Panjang ulir katup utuh 19,50 (ulir 3/4"-14 NGT)	19 1/2"-14 NGT)
L <sub>9</sub>	adalah Panjang ulir tabung (cintin leher) utuh minimal 17,68 (ulir 3/4"-14 NGT)	(ulir 1/2"-14 NGT)
L <sub>10</sub>	adalah Panjang total ulir katup (pendekatan) 22,22 (ulir 3/4"-14 NGT)	20 1/2"-14 NGT)

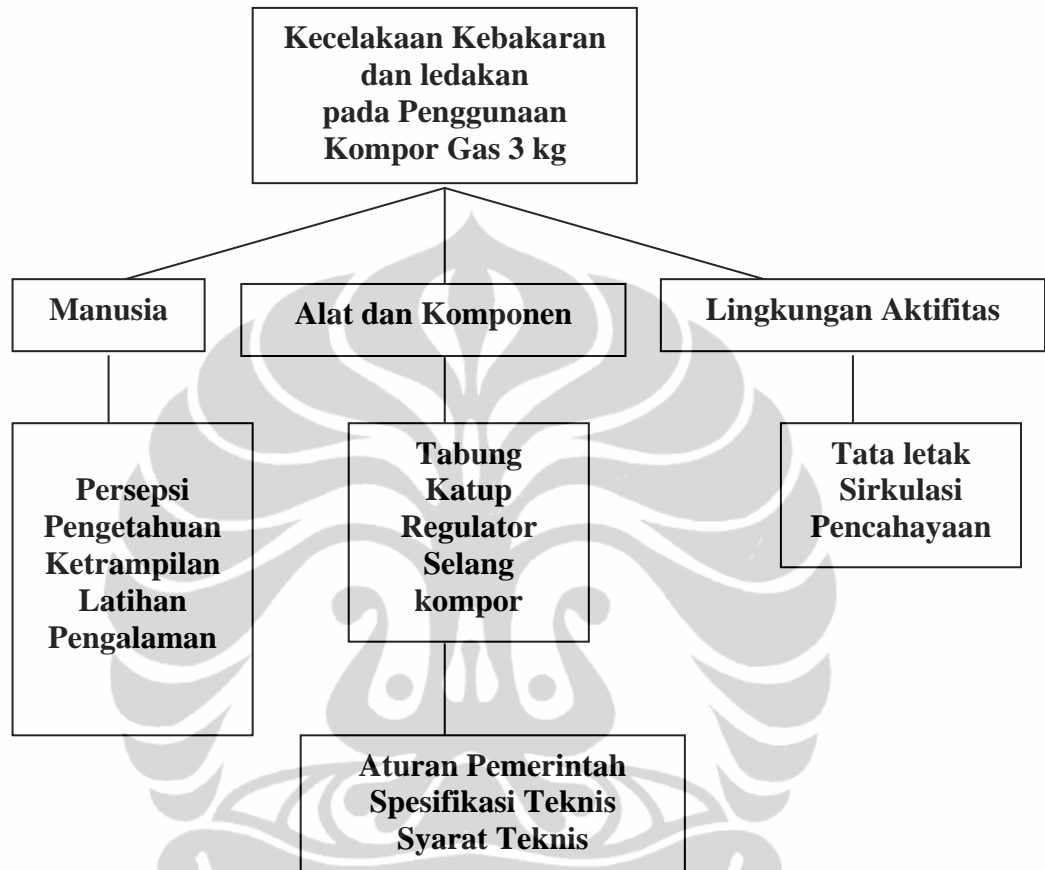
Gambar 2.7. Ukuran ulir 1/2" – 14 NGT

- Ketirusan pits pada ulir katup harus 1/16 pada diameter dengan toleransi minus 1 putaran, tetapi tidak dengan toleransi plus dalam pengukuran untuk menjamin ketirusan pits tidak lebih besar dari dasar.
- Ketirusan elemen pits pada ulir tabung (cincin leher) harus 1/16 pada diameter dengan toleransi plus 1 putaran, tetapi tidak dengan toleransi minus dalam pengukuran untuk menjamin ketirusan pits tidak lebih kecil dari dasar.
- Setiap katup tabung baja LPG harus memiliki satu katup pengaman bertipe pegas dan dirancang kedap gas. Katup pengaman mulai membuka pada tekanan 2,59 MPa (375 Psi) toleransi 10% dan menutup penuh pada tekanan tidak kurang dari 1,77 MPa.

#### **2.5.5. Persyaratan mutu yang diatur dalam SNI 1591:2008 mencakup**

1. Sifat tampak,  
Pengerjaan akhir katup harus baik, tidak boleh retak, karat dan kehitaman.
2. Sifat ketahanan  
Karet katup kendali pada katup tabung baja LPG kapasitas isi tabung 3 Kg sampai 12 Kg tidak boleh bocor setelah katup dibuka dan ditutup 5000 kali.
3. Pneumatik  
Katup tidak boleh bocor pada tekanan 1,82 Mpa.
4. Hidrostatik  
Badan katup (sebelum dirakit) tidak boleh retak atau berubah bentuk pada tekanan kurang dari 3,65 MPa (529 Psi).
5. Ketahanan hidrokarbon  
Perubahan berat dan volume karet tidak boleh melebihi 20 % setelah 5 menit pengujian dan tidak boleh melebihi 10% setelah 24 jam pengujian.
6. Kelenturan  
Karet tetap lentur pada suhu -20° C - 50°C
7. Pengusangan (Ageing)  
Perubahan kekerasan karet tidak boleh melebihi 10% setelah pengujian.

## 2.6. Kerangka Teori



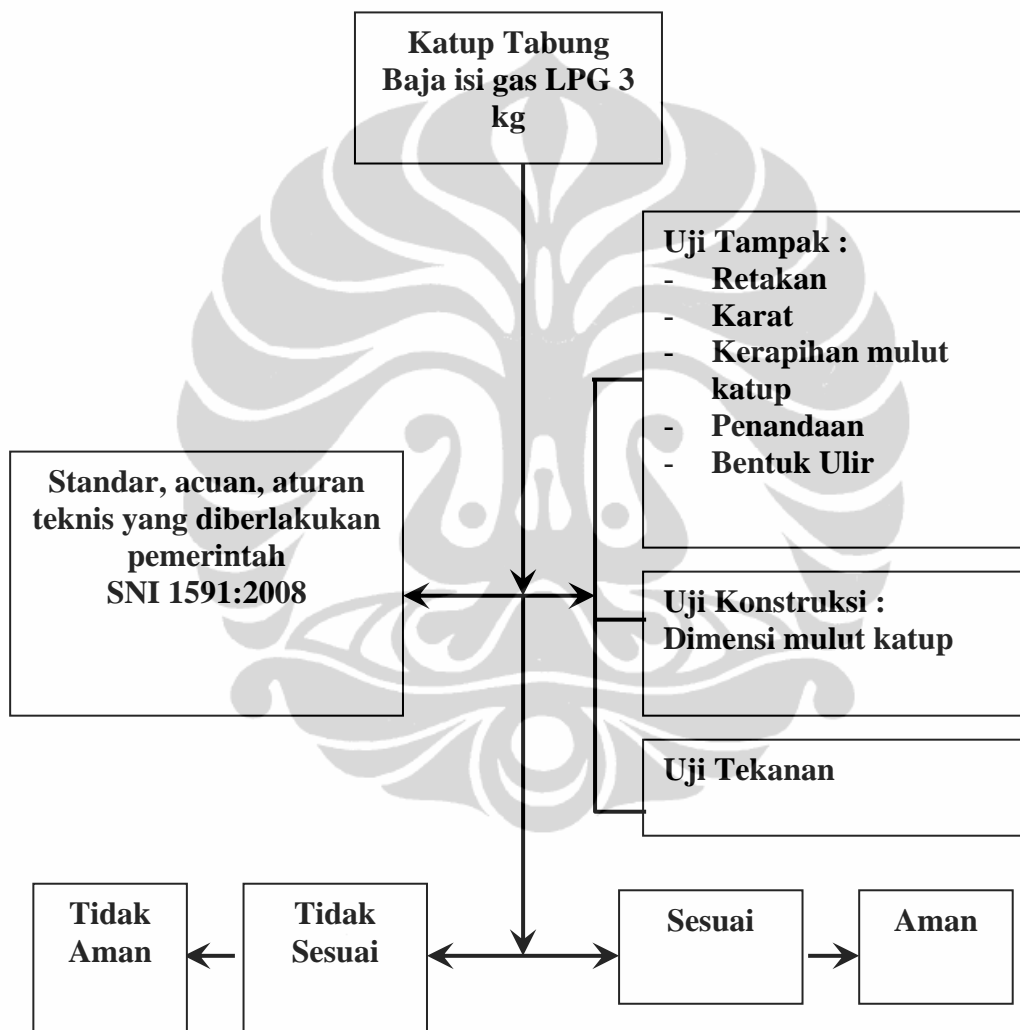
gambar 2.8. Kerangka teori (dimodifikasi dari berbagai tinjauan pustaka)

### BAB III

## KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

### 3.1. Kerangka Konsep

Kerangka Konsep untuk analisis keselamatan komponen kompor gas LPG tabung baja 3 Kg khususnya uji kualitas katup tabung baja isi gas 3 Kg, disajikan pada gambar berikut.



Gambar 3.1. Kerangka konsep

### 3.2. Variabel Definisi Operasional

Tabel 3.1. Variabel dan definisi operasional

Variabel	Definisi Operasional	Hasil	Alat Ukur	Skala Ukur
Retakan	Sifat tampak dari katup tabung baja LPG, gejala terbelahnya katup, bisa kecil ato besar, terlihat adanya garis pemisah bisa lurus ataupun bergelombang	- Ada - Tidak ada	Visual mata	katagorik
Karat	Sifat tampak dari katup tabung baja LPG, merupakan hasil korosi, degradasi permukaan besi/baja	- ada - Tidak ada	Visual mata	katagorik
Kerapian	Sifat tampak dari katup tabung baja LPG, terlihat mulus, halus	- Rapi - Tidak rapi	Visual mata	katagorik
Penandaan	Setiap katup harus diberi tanda dengan huruf, angka atau simbol yang tidak mudah hiiang sekurang-kurangnya mencakup: - Pembuat - Bulan dan tahun pembuatan - Petunjuk tekanan kerja maksimum	- ada - Tidak ada	Visual mata	katagorik
Dimensi	Ukuran bagian-bagian katup dan toleransinya sesuai dengan syarat konstruksi SNI untuk katup	- Sesuai - Tidak sesuai	Jangka sorong	Numerik mm
Pneumatik	Uji katup dengan cara ditekan dengan tekanan tertentu	- Bocor - Tidak bocor	Tekanan uji, tempat penampung air, gelembung yang terlihat dia air	Katagorik



Tabel 3.1. Variabel dan definisi operasional (lanjutan)

<b>Variabel</b>	<b>Definisi Operasional</b>	<b>Hasil</b>	<b>Alat Ukur</b>	<b>Skala Ukur</b>
Sesuai	Kondisi seperti yang tercantum dalam acuan syarat teknis SNI 1591:2008	- Sesuai - Tidak sesuai	- Retakan - Karat - Rapih - Penandaan - Tekanan - Dimensi	Katagorik
Tidak sesuai	Kondisi tidak seperti yang tercantum dalam acuan syarat teknis SNI 1591:2008	- Sesuai - Tidak sesuai	- Retakan - Karat - Rapih - Penandaan - Tekanan - Dimensi	Katagorik
Aman	Kondisi yang sesuai syarat teknis SNI 1591:2008	- Aman - Tidak aman	- Sesuai - Tidak sesuai	Katagorik
Tidak aman	Kondisi yang tidak sesuai syarat teknis SNI 1591:2008	- Aman - Tidak aman	- Sesuai - Tidak sesuai	Katagorik
SNI 1591:2008	Persyaratan teknis yang diperlakukan wajib oleh Kementerian Perindustrian	- Sesuai - Tidak sesuai	- Syarat visual - Syarat dimensi - Syarat tekanan	Katagorik

## **BAB IV METODE PENELITIAN**

### **4.1. Disain Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah penelitian Kualitatif. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas katup, dengan melakukan suatu serangkaian uji dan kesesuaian dengan persyaratan teknis dan mutu yang berlaku.

Penelitian ini akan melakukan beberapa tahapan, yaitu:

1. Uji Visual
2. Uji Ketahanan dan Pneumatik
3. Uji Konstruksi

#### **4.1.1. Cara uji katup tabung baja LPG isi 3 Kg**

Cara uji yang dilakukan menurut SNI 1591:2008 adalah meliputi:

##### **4.1.1.1. Uji tampak**

Pengujian dilakukan secara visual pada katup.

##### **4.1.1.2. Uji ketahanan**

Katup tabung baja LPG kapasitas isi tabung 3 Kg sampai 12 Kg diuji dengan cara dibuka dan ditutup sebanyak 5000 kali. Setelah mengalami pengujian dilakukan uji pneumatik.

##### **4.1.1.3. Uji pneumatik**

Pengujian dilakukan pada katup dalam keadaan tertutup dengan tekanan kerja minimum 1,82 MPa (264 Psi) selama 30 detik

##### **4.1.1.4. Uji dimensi**

Pengujian pengukuran menggunakan alat ukur jangka sorong dan atau mikrometer. Hasil pengukuran harus sesuai dengan syarat konstruksi.

#### 4.1.2. Syarat lulus uji

Syarat lulus uji katup tabung baja LPG 3 Kg menurut SNI 1591:2008 adalah sebagai berikut :

4.1.2.1. Kelompok katup dinyatakan lulus uji bila contoh uji memenuhi persyaratan pada pasal Bahan baku, pasal Syarat konstruksi dan pasal Syarat mutu.

4.1.2.2. Apabila salah satu syarat pada pasal Bahan baku, pasal Syarat konstruksi dan pasal Syarat mutu tidak terpenuhi maka contoh dinyatakan tidak lulus dan dilakukan uji ulang dengan jumlah 2 x (dua kali) dari jumlah contoh pertama.

#### 4.2. Sampel Katup tabung baja LPG isi 3Kg

Sesuai SNI 1591:2008 pasal 7.2 pengambilan sampel atau contoh dilakukan pada katup tabung yang telah digunakan dan sedang beredar di masyarakat pengguna serta dilakukan secara acak dan untuk produksi diatas 500.001 diambil sampel atau contoh sebanyak 30 buah sesuai dengan dua kali sampel jumlah produksi terbanyak.

Tabel 4.1 Sampling katup

<b>Produksi (buah)</b>	<b>Contoh uji</b>
s/d 100.000	10 buah
100.001 s/d 500.000	12 buah
501.000 s/d seterusnya	15 buah

#### 4.3. Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dengan mengambil sampel di wilayah Jakarta Timur dengan lokasi uji tekanan dan konstruksi katup tabung baja di Bagian Pemeliharaan Tabung Gas Elpiji ukuran 3 Kg di PT.X.

#### **4.4. Waktu Penelitian**

Penelitian ini akan dilakukan dalam periode bulan akhir Mei sampai dengan Juni 2010

#### **4.5. Pengumpulan Data**

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### **4.5.1. Data Primer**

Data primer diperoleh melalui pengamatan dan uji teknis.

##### **4.5.2. Data Sekunder**

Data sekunder diperoleh dari dokumen-dokumen, yaitu:

1. Spesifikasi teknis dan standar SNI yang berlaku wajib di Indonesia
2. Fasilitas dan dan peralatan pendukung kegiatan

#### **4.6. Pengolahan Data dan Analisis Data**

Analisis seluruh data pengujian yang dikaitkan dengan literatur dan selanjutnya dibuatkan laporan termasuk kesimpulan

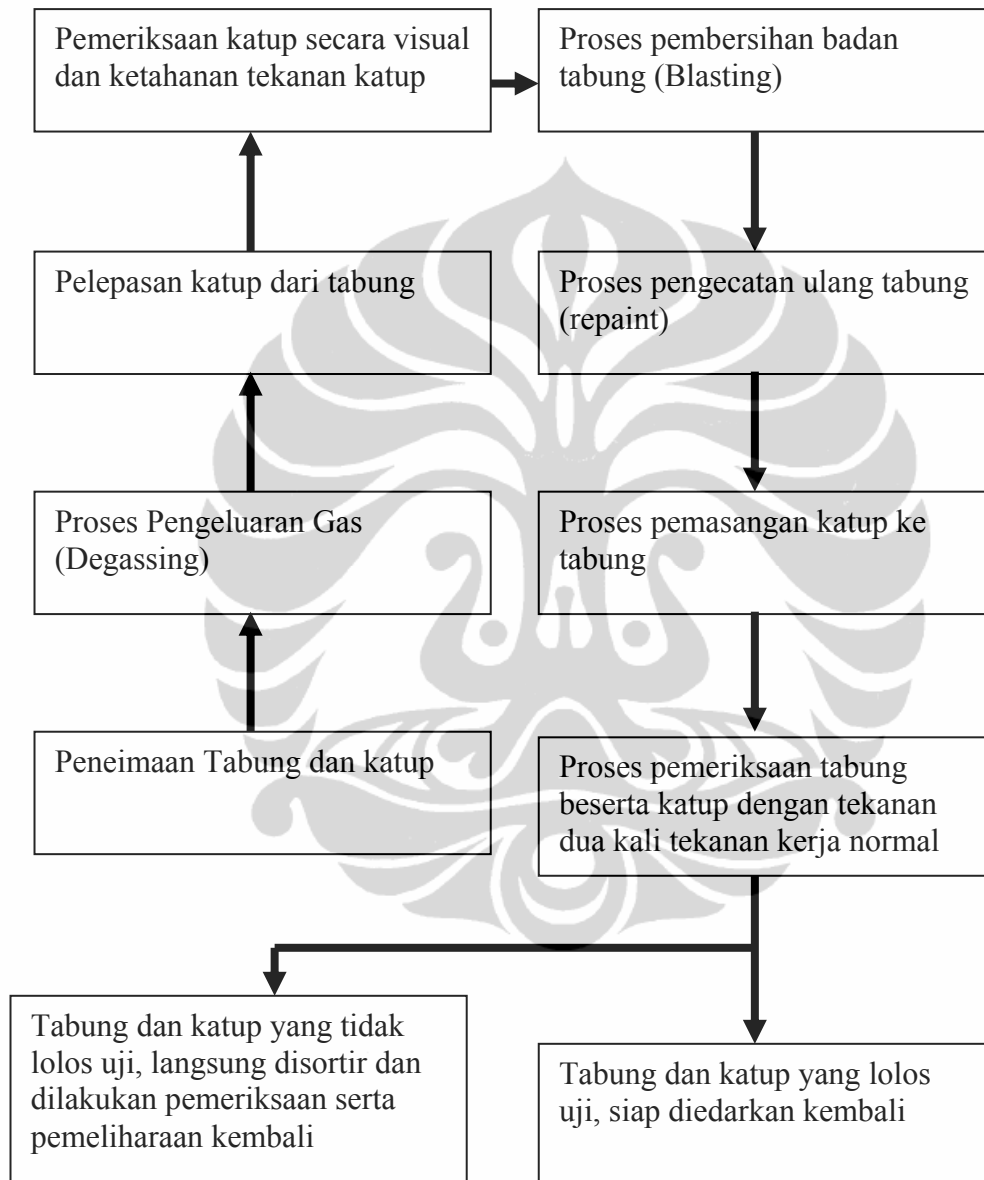
## **BAB V HASIL**

### **5.1. Gambaran Umum Bagian Pemeliharaan Retester Tabung LPG ukuran 3 Kg PT.X.**

Bagian Retester Tabung LPG ukuran 3 Kg merupakan salah satu kendali pengawasan dan pemeliharaan tabung LPG ukuran 3 Kg beserta katupnya. Alur tabung dan katup LPG 3 Kg dimulai dari produsen yang menyerahkan tabung dan katup ke Pertamina untuk pengisian LPG, pada proses ini, pengisian LPG bisa dilakukan oleh Pertamina sendiri melalui fasilitasnya ataupun di serahkan ke Stasiun Pengisian Bahan bakar Elpiji (SPBE) swasta yang telah ditunjuk sebelumnya. Setelah LPG terisi, tabung ini di distribusikan ke agen penjual yang sebelumnya juga telah ditunjuk secara resmi. Dari agen penjual resmi, tabung LPG ukuran 3 Kg di distribusi ke pedagang atau pengecer kemudian mesasyarakat pengguna. Setelah LPG habis digunakan masyarakat untuk kegiatan memasak, tabung LPG ditukar dengan yang ada isinya di pedagang atau pengecer kemudian ke agen penjual resmi. Dari agen penjual ini tabung di isi LPG di SPBE atau pun fasilitas pengisian milik Pertamina. Saat di SPBE, maupun di fasilitas pengisian lainnya pada waktu proses pengisian dilakukan juga proses pemeriksaan secara visual terhadap kondisi tabung dan katupnya. Bilamana terindikasi ada kelainan, produk tersebut akan dikirim ke bagian pemeliharaan untuk di periksa tabung dan katupnya terhadap visual dan kebocoran. Pada bagian pemeliharaan, proses pertama kali terhadap tabung dan katup yang datang adalah dilakukan proses pengeluaran LPG (degassing). Proses kedua adalah proses pembukaan katup dari tabung. Setelah itu kemudian dilakukan proses lanjutan, untuk katup dilakukan uji secara visual dan uji tekanan katup serta uji kebocoran katup dan tabung, sedangkan untuk tabungnya dilakukan proses pembersihan badan tabung (blasting) kemudian dilanjutkan dengan proses pengecatan ulang (repaint), setelah itu, proses berikutnya adalah proses pemasangan katup yang telah lolos uji maupun katup baru ke tabung. Proses terakhirnya adalah pengujian kebocoran tabung beserta katup dengan cara diberi tekanan dua kali tekanan kerja normal tabung dan dimasukkan ke dalam bak penampung air. Bilamana bocor maka akan terlihat gelembung – gelembung udara dari dalam air.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar alur dibawah ini.

Gambar 5.1 Proses produksi di bagian pemeliharaan tabung LPG ukuran 3 Kg  
PT.X



## 5.2. Hasil Uji Visual

Tabel 5.1. Hasil uji visual

No	Kode	Wkt Prod	Retakan		Karat		Rapi		Penandaan	
			Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	tidak
1	ABP	03070		√		√	√		√	
2	ABP	01080		√		√	√		√	
3	ABP	02080		√		√	√		√	
4	ABP	05080		√		√	√		√	
5	ABP	05080		√		√	√		√	
6	ABP	07080		√		√	√		√	
7	STM	1007		√		√	√		√	
8	STM	1007		√		√	√		√	
9	STM	1107		√		√	√		√	
10	STM	0208		√		√	√		√	
11	STM	0308		√		√	√		√	
12	STM	080309		√		√	√		√	
13	IIITP	0308		√		√	√		√	
14	IIITP	0308		√		√	√		√	
15	IIITP	0308		√		√	√		√	
16	CCB	05126		√		√	√		√	
17	CCB	0408		√		√	√		√	
18	PI	100407		√		√	√		√	
19	PI	150507		√		√	√		√	
20	PI	220507		√		√	√		√	
21	WUK	W05029		√		√	√		√	
22	WUK	W05029		√		√	√		√	
23	WUK	W07039		√		√	√		√	
24	WUK	W06059		√		√	√		√	
25	MTU	0808		√		√	√		√	
26	MTU	1008		√		√	√		√	
27	MTU	1108		√		√	√		√	
28	MTU	1208		√		√	√		√	
29	MTU	0109		√		√	√		√	
30	MTU	1108		√		√	√		√	

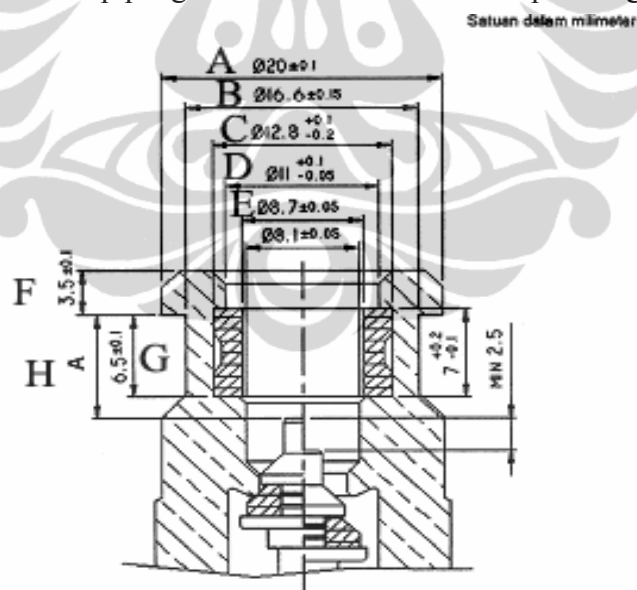
Tabel 5.2. Distribusi kesesuaian uji visual terhadap SIN 1591:2008

Uji Visual	Jumlah (N= 30)	Prosentase
Sesuai	30	100 %
Tidak sesuai	0	0 %
jumlah	30	100%

Pengujian Visual telah dilakukan terhadap 30 sampel katup tabung baja gas 3 Kg yang telah diambil secara acak dengan hasil seperti tertera pada tabel diatas. Setelah diamati ternyata untuk retakan tidak ditemukan disemua sampel. Selain itu, disemua sampel juga tidak terlihat adanya karat dan secara keseluruhan hasil akhirnya terlihat baik dan rapih .

### 5.3. Hasil Uji Konstruksi

Setelah melakukan uji visual, selanjutnya peneliti melakukan uji konstruksi. Uji ini mencakup pengukuran dimensi mulut katup tabung LPG 3Kg.



Keterangan gambar:

A =  $8,2_{\pm 0,3}$  untuk katup quick on dengan 2 katup kendali  
A =  $9,2_{\pm 0,3}$  untuk katup quick on dengan 1 katup kendali

Gambar 5.2. Bagian parameter ujian dimensi syarat konstruksi SNI 1591:2008



Tabel 5.3. Hasil uji konstruksi

No	Kode	W Prod	A	B	C	D	E	F	G	H	Ket
			20±0.1	16.6±0.15	12±0.1	11±0.1	8.7±0.05	3.5±0.1	6.5±0.1	9.2±0.3	
1	ABP	03070	20.1	16.7	12.85	11.05	8.75	3.6	6.4	9.35	√
2	ABP	01080	20.1	16.7	12.85	11.05	8.72	3.6	6.4	9.35	√
3	ABP	02080	20.1	16.7	12.85	11.05	8.9	3.6	6.4	9.35	
4	ABP	05080	20.1	16.7	12.85	11.05	8.77	3.6	6.4	9.35	
5	ABP	05080	20.1	16.7	12.85	11.05	8.7	3.6	6.4	9.35	√
6	ABP	07080	20.1	16.7	12.85	11.05	8.6	3.6	6.4	9.35	√
7	STM	1007	20	16.8	12.8	11.1	8.75	3.75	6.45	9.45	
8	STM	1007	20	16.8	12.8	11.1	8.8	3.75	6.45	9.45	
9	STM	1107	20.1	16.75	12.8	11.1	8.75	3.7	6.45	9.45	
10	STM	0208	20	16.75	12.8	11.1	8.95	3.75	6.45	9.45	
11	STM	0308	20	16.75	12.8	11.1	8.9	3.75	6.45	9.45	
12	STM	080309	20	16.75	12.8	11.1	8.7	3.75	6.45	9.45	
13	IIITP	0308	20.05	16.75	12.8	11.1	8.75	3.7	6.4	9.4	
14	IIITP	0308	20.05	16.75	12.8	11.1	8.75	3.7	6.4	9.4	
15	IIITP	0308	20.05	16.75	12.8	11.1	8.9	3.7	6.4	9.4	
16	CCB	05126	20.1	16.7	12.85	11.05	8.7	3.6	6.4	9.35	√
17	CCB	0408	20.1	16.7	12.85	11.05	8.7	3.6	6.4	9.35	√
18	PI	100407	20.05	16.75	12.8	11.1	8.75	3.7	6.4	9.4	
19	PI	150507	20.05	16.75	12.8	11.1	8.77	3.7	6.4	9.4	
20	PI	220507	20.05	16.75	12.8	11.1	8.75	3.7	6.4	9.4	
21	WUK	W05029	20.1	16.65	12.8	11.05	8.7	3.7	6.4	9.3	
22	WUK	W05029	20.1	16.65	12.8	11.05	8.8	3.7	6.4	9.3	
23	WUK	W07039	20.1	16.65	12.8	11.05	8.7	3.7	6.4	9.3	
24	WUK	W06059	20.1	16.65	12.8	11.05	8.7	3.7	6.4	9.3	
25	MTU	0808	20.1	16.75	12.8	10.95	8.75	3.75	6.45	9.45	
26	MTU	1008	20.05	16.75	12.8	10.95	8.9	3.75	6.45	9.45	
27	MTU	1108	20	16.75	12.8	10.95	8.8	3.75	6.45	9.45	
28	MTU	1208	20	16.75	12.8	10.95	8.7	3.75	6.45	9.45	
29	MTU	0109	20	16.75	12.8	10.95	8.65	3.75	6.45	9.45	
30	MTU	1108	20	16.75	12.8	10.95	8.75	3.75	6.45	9.45	
Persentase sesuai			100%	93.3%	100%	100%	66.6%	26.6%	100%	100%	

Tabel 5.4. Distribusi kesesuaian uji dimensi terhadap SNI 1591:2008

<b>Dimensi</b>	<b>Jumlah (N=30)</b>	<b>Presentase</b>
Sesuai	6	20 %
Tidak sesuai	24	80 %
Jumlah	30	100 %

Berdasarkan data pada tabel 5.3 dan 5.4 dapat dilihat bahwa dari 30 sampel yang diuji dimensinya hanya 6 sampel katup atau setara dengan 20 % saja yang mempunyai dimensi sesuai dalam batas toleransi sebagaimana yang tercantum pada SNI. Sedangkan sisanya 24 sampel atau setara dengan 80 % memiliki dimensi diluar batas toleransi teknis.

#### **5.4. Hasil Uji Pneumatik**

Pengujian Pneumatik dilakukan pada semua sampel dengan tekanan 10 Kg/cm<sup>2</sup>. sesuai dengan alat dan prosedur pemeliharaan tabung gas 3 Kg PT.X. Hasil dari pengujian leak test 30 sampel yang ada didapati 3 katup atau setara dengan 10 % mengalami kebocoran setelah ditekan selama 30 detik. Sedangkan data hasil uji valve test yang diuji dengan tekanan 270 Psi didapati hanya dua buah katup atau setara dengan 6.66 % yang mengalami kebocoran. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 5.5 dan 5.6 dibawah ini.

Tabel 5.5. Hasil uji Pneumatik

No	Kode	Waktu Prod	Leak Tes Tekanan 10 Kg/cm <sup>2</sup>		Valve Test Tekanan 270 Psi	
			Bocor	Tidak Bocor	Bocor	Tidak Bocor
1	ABP	03070		√		√
2	ABP	01080		√		√
3	ABP	02080		√		√
4	ABP	05080		√		√
5	ABP	05080	√			√
6	ABP	07080		√		√
7	STM	1007	√		√	
8	STM	1007		√		√
9	STM	1107		√		√
10	STM	0208		√		√
11	STM	0308		√		√
12	STM	080309		√		√
13	IIITP	0308		√		√
14	IIITP	0308		√		√
15	IIITP	0308		√		√
16	CCB	05126		√		√
17	CCB	0408		√		√
18	PI	100407		√		√
19	PI	150507	√		√	
20	PI	220507		√		√
21	WUK	W05029		√		√
22	WUK	W05029		√		√
23	WUK	W07039		√		√
24	WUK	W06059		√		√
25	MTU	0808		√		√
26	MTU	1008		√		√
27	MTU	1108		√		√
28	MTU	1208		√		√
29	MTU	0109		√		√
30	MTU	1108		√		√

Tabel 5.6. Distribusi kesesuaian uji tekanan terhadap SIN 1591:2008

<b>Uji Tekanan</b>	<b>Jumlah (N= 30)</b>	<b>Prosentase</b>
Sesuai	27	90 %
Tidak sesuai	3	10 %
jumlah	30	100%



## **BAB VI PEMBAHASAN**

### **6.1. Keterbatasan Penelitian**

Dalam penelitian ini terdapat keterbatasan-keterbatasan sebagai berikut :

1. Keterbatasan peralatan uji yang disesuaikan dengan peralatan yang dimiliki oleh pihak bagian Retester PT.X.
2. Keterbatasan waktu penelitian 1 sampai dengan 2 bulan sehingga kualitas dari hasil pengujian belum optimal karena tidak bisa dibandingkan dengan hasil pengujian di tempat lain.
3. Kualitas dan akurasi dari data hasil pemeriksaan Leak Test Pneumatik yang kurang,
4. Pihak top manajemen PT.X kurang terbuka untuk menyikapi dan berpartisipasi aktif dalam pelaksanaan penelitian dan hasilnya.

### **6.2. Pembahasan Hasil Uji Visual**

Pada dasarnya pengujian visual merupakan uji yang langsung bisa dilakukan dengan mata manusia tanpa menggunakan alat bantu pembesar, dimana parameter yang disyaratkan dalam standar SNI 1591:2008 adalah kerapihan, retakan dan karat yang terdapat pada hasil akhir katup tabung baja LPG 3 Kg.

Tujuan uji ini adalah uji tahapan yang paling awal untuk mengetahui perbandingan tingkat kualitas pengerjaan katup dari berbagai produsen katup yang telah memiliki sertifikat SNI yang merupakan penyedia resmi komponen katup pemerintah.

Berdasarkan dari hasil uji ini didapatkan bahwa di semua sampel yang berjumlah total 30 buah, terlihat adanya penandaan logo Pertamina, kode pembuat, kode produksi, dan petunjuk tekanan maksimal yang mana sudah sesuai dengan syarat penandaan SNI. Untuk parameter kerapihan, didapatkan hasil bahwa semua sampel terlihat rapih pada hasil akhir pengerjaannya. Hal ini sesuai dengan yang dipersyaratkan pada syarat mutu yang tercantum pada standar SNI 1591:2008 untuk katup.

Pada parameter retakan juga tidak terlihat pada semua sampel yang di uji visual. Untuk parameter karat peneliti tidak melihatnya di semua sampel yang berjumlah 30 buah.

Dari hasil pengujian seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.1 dan 5.2. diatas tersebut, kita dapat melihat bahwa semua produsen yang sampelnya diteliti, telah memenuhi syarat penandaan dan syarat mutu khususnya sifat tampak setara dengan 100 % sesuai. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya kemungkinan mesin produksinya adalah mesin yang terjaga kualitasnya baik dari segi operasional maupun pemeliharaan berkalanya, bahan baku badan katup yang terjaga bagus dan pengawasan yang berjalan baik dari pihak manajemen produsen dan pemerintah.

Hasil uji visual pada semua sampel memenuhi sifat tampak yang dipersyaratkan pemerintah, karena hal ini tidak merepresentasikan bahwa sampel uji dinyatakan layak dan sesuai persyaratan secara umum hingga dinyatakan aman penggunaannya, maka harus dilakukan uji selanjutnya yaitu uji syarat konstruksi untuk katup tabung baja LPG 3 Kg

### **6.3. Pembahasan Hasil Uji Konstruksi**

Uji Konstruksi ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu jangka sorong dengan tingkat ketelitian 0.01 mm, diukur pada parameter yang tercantum pada gambar 5.2, tabel 5.3 dan 5.4. dimana parameter tersebut diadopsi dari syarat konstruksi yang tercantum pada SNI 1591:2008.

Tujuan dari dilakukanya uji ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan keseragaman dimensi katup tabung baja LPG 3Kg sesuai syarat teknis yang diproduksi oleh berbagai produsen yang telah mendapat sertifikat SNI yang terpasang pada tabung gas 3 Kg dan telah beredar di masyarakat. Pada katup ini terdapat tiga hal yang harus kita utamakan, yaitu dalam proses penguncian hubungan, proses pencegahan kebocoran dengan karet seal dan proses pengeluaran gas dengan penekanan antara spindel katup dan regulator.

Hasil uji ini memperlihatkan bahwa untuk semua parameter terukur, ada beberapa produsen yang pada bagian tertentu melewati batas toleransi dimensi sesuai yang dipersyaratkan oleh SNI 1591:2008.

Dapat terlihat dari tabel 5.3 dan 5.4 , Untuk Parameter A yang merupakan diameter luar kepala mulut tabung didapatkan hasil seratus % sampel memenuhi batasan toleransi dimensi. Untuk parameter B yang merupakan dimensi diameter luar leher pengunci didapat hanya 93.3% yang sesuai batasan toleransi syarat dimensi. Untuk Parameter F yang merupakan tebal kepala mulut katup didapati hanya 26.6% yang sesuai. Pada pengukuran parameter G didapat hasil 100% sesuai persyaratan. Parameter A bersama-sama parameter B,F dan G menentukan posisi pengunci hubungan antara katup dengan regulator. Dari keempat hasil pengukuran parameter tersebut diatas yang menyebutkan bahwa hasil kesesuaian berkisar dari 26.6% sampai dengan 100% hal itu menunjukkan bahwa untuk hubungan posisi penguncian regulator dengan katup bila dilihat dari faktor dimensi yang ada di katupnya saja bisa kita katakan bahwa 26.6% bisa terjadi ketidaksesuaian lokasi penguncian atau penguncian kurang sempurna. Hal ini dapat menyebabkan sambungan antara regulator dengan selang bisa bergerak dan tidak kuat dan sampel yang didapati melebihi batas toleransi dimensi diproduksi oleh 5 produsen yang berbeda dengan rentang waktu produksi antara tahun 2007 hingga 2009.

Untuk parameter C merupakan diameter dalam leher mulut katup didapat hasil 100% sesuai syarat dimensi, sedangkan kesesuaian 100% juga didapatkan pada pengukuran untuk parameter D yang merupakan diameter dalam kepala mulut katup. Untuk parameter E yang merupakan diameter dalam karet seal menunjukkan kesesuaian sebesar 66.6% dan ketidaksesuaiannya terdapat pada sampel yang diproduksi oleh tujuh produsen yang berbeda dengan rentang waktu produksi antara 2007 hingga 2009. Ketiga parameter uji yaitu C,D dan E bersama-sama menentukan faktor pengamanan kebocoran sambungan regulator dengan katup dimana ketiga parameter tersebut merupakan seal pengamanan yang mencegah gas keluar selain ke saluran masuk regulator. Semakin besar dan lebar diameter dari parameter tersebut maka semakin besar juga resiko kebocoran gas yang keluar selain ke saluran masuk regulator.

Parameter H merupakan jarak spindel katup dengan bagian teratas leher mulut katup, pada pengukuran didapatkan hasil 100% sesuai dengan syarat teknis dimensi. Hal ini menentukan hubungan jarak antara spindel katup dengan spindel

regulator, untuk proses menekan spindel katup dimana merupakan jalan keluar gas dari tabung menuju saluran masuk regulator. Bila terlalu jauh jaraknya maka gas akan keluar kurang sempurna dan bila jarak terlalu dekat maka spindel katup dan regulator berpotensi mengalami kerusakan yang akan berakibat pada menurunnya ketahanan katup dalam proses buka tutup aliran gas sehingga usia pakai akan relatif pendek dan cepat rusak atau bocor.

Banyaknya ketidaksesuaian dimensi mulut tabung ini, berpengaruh saat proses penggunaannya dimana hubungan regulator dengan katup kurang sempurna yang menyebabkan resiko kebocoran semakin besar. Sebagai mana yang dinyatakan oleh teori api, ledakan dan kebakaran terjadi karena adanya bahan bakar, panas, oksigen dan rantai reaksi. Bahan bakar, dalam hal ini merupakan gas LPG yang bocor akibat tidak sempurnanya sambungan antara katup dengan regulator, terkena panas (pemanik api, proses on-off lampu pijar, nyala api kompor), dicampur dengan oksigen dan terjadi rantai reaksi sehingga timbulah ledakan (bila gas terkonsentrasi tinggi) dan kebakaran. Sehingga dari penjelasan diatas, berbagai kejadian ledakan dan kebakaran akibat kebocoran gas yang terjadi sangat mungkin dipengaruhi oleh ketidak sesuaian dimensi seperti yang didapat dari hasil penelitian. Bila hal ini dibiarkan terus menerus maka masyarakat akan menerima dampak berupa meningkatnya resiko kejadian kebakaran dan ledakan, disisi lain dampak terhadap pemerintah adalah turunnya tingkat kepercayaan masyarakat terhadap pemerintah, ditambah lagi program konversi ini merupakan salah satu program khusus pemerintah. Ketidaksesuaian dimensi juga berpengaruh saat dilakukan uji katup, dimana dudukan dasar tempat katup pada mesin uji, tidak bisa presisi, posisi katup masih dapat bergerak leluasa, menyebabkan uji harus diulangi lagi dengan cara katup sedikit diposisikan ditengah tepat mesin uji.

Menurut Simanjuntak (1994), Silalahi (1995) dan Riley (1986), salah satu penyebab kecelakaan adalah mesin dan peralatan yang tidak terawat dengan baik dimana menurut hasil penelitian ini, dimensi katup yang tidak standar bisa disebabkan oleh mesin produksi katup yang tidak terawat dengan baik.



Sesuai Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI No.PER.01/MEN/1982 dan Peraturan Menteri Perindustrian RI No.45/M.Ind/7/2008 tentang pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) terhadap dua produk industri secara wajib dan pemberlakuan spesifikasi teknis terhadap tiga produk industri secara wajib, diantaranya pemberlakuan SNI 1591:2008, Ada beberapa hal yang menyebabkan semua tersebut diatas terjadi, dan seharusnya bisa dicegah, diantaranya peraturan tersebut dilaksanakan secara benar dan diawasi secara terus menerus, maka hal tersebut diatas tidak akan terjadi. Pemerintah harus konsekuen dan konsisten untuk menarik dan memperbaiki produk katup yang telah, sedang dan akan digunakan oleh masyarakat pengguna, mulai dari bahan baku, proses produksi dan alat yang digunakan hingga ke distribusinya, terutama standarisasi dan sertifikasi serta pengawasan alat-alat yang berhubungan dengan cetakan ukuran permesinan . Hal tersebut juga harus dilakukan oleh pihak produsen, sesuai klausul OHSAS 18001:2007, produsen harus mematuhi dan melaksanakan segala peraturan dan perundangan-undang yang berlaku wajib dan harus memenuhi segala sarana dan prasarana serta material untuk produksi sesuai yang dipersyaratkan.

Tidak harus menunggu lima tahun sebagai syarat minimal penarikan, pemeriksaan dan perbaikan, karena dalam kedua peraturan tersebut diatas pemerintah melalui Kementrian Tenaga Kerja dan Kementrian Perindustrian dapat sewaktu-waktu menarik, memeriksa dan memperbaiki produksi katup bila mana diperlukan dan terindikasi berbahaya. Bilamana ditemukan produsen yang tidak memenuhi syarat dan aturan yang berlaku wajib maka pemerintah secara administrative dapat memberikan peringatan perbaikan hingga pencabutan izin usaha dan mengenakan sanksi yang sesuai. Selain hal tersebut diatas, pemerintah haruslah lebih mensosialisasikan tindakan kegawatan terhadap kebocoran gas LPG 3 Kg.

#### **6.4. Pembahasan Hasil Uji Pneumatik**

Setelah kita melakukan uji konstruksi, untuk tahap selanjutnya kita melakukan uji tekanan atau pneumatik. Uji ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu kompresor angin, selang dan sambungan antara selang ke mulut katup

serta tempat penampung air untuk melihat gelembung udara dari kebocoran . Katup di uji dengan cara dilepas dulu dari tabung baja LPG 3 Kg kemudian ditekan dari bagian bawah katup atau bagian yang masuk ke dalam mulut tabung. Setelah itu ditekan dengan angin tekanan 270 Psi atau setara dengan  $18.5 \text{ Kg/cm}^2$  kemudian katup yang ditekan diturunkan ke dalam tempat penampungan air dan tetap diberi tekanan selama 30 detik dan hasilnya yaitu hanya 2 katup saja yang mengalami kebocoran.

Selanjutnya, sampel penelitian ini di uji kebocoran saat dipasang lagi ke tabung dan diberi tekanan  $10 \text{ Kg/cm}^2$  selama 30 detik. Hasil yang didapat adalah dari ke 30 sampel uji, ada tiga sampel yang bocor pada tekanan uji, dimana tekanan uji sebesar itu merupakan dua kali tekanan kerja normal tabung gas LPG 3Kg dan merupakan 0.54 kali tekanan uji syarat SNI. Seharusnya PT.X memberlakukan prosedur uji pneumatik untuk tes katup dan tes kebocoran tekanannya sesuai dengan SNI yaitu tekanan minimum boleh bocor sebesar 265 Psi.

Dari ketiga sampel yang bocor sampel ada satu sampel yaitu nomor 5 yang hasil uji visual, konstruksi dan tekanan katup dari bagian bawah katup (*valve test*) bagus dan sesuai dengan persyaratan tetapi pada saat diuji tes kebocoran tekanan dari bagian atas katup (*leak test*) ternyata mengalami kebocoran. Setelah diperiksa secara visual, hal yang menyebabkan perbedaan hasil kebocoran antara tes kebocoran yang diuji dengan di tekan dari atas mulut katup dengan tes katup yang diuji dengan ditekan pada bagian bawah katup adalah tidak kembalinya dengan sempurna katup kendali yang terdiri dari antara lain pegas, plastik pengarah dan karet. Hal ini dapat disebabkan oleh rendahnya ketiga mutu bahan tersebut dan cara pemakaian yang tidak benar seperti pengeluaran dan pengisian gas secara ilegal dengan disuntikkan menggunakan alat yang tidak sesuai standar teknis pengisian gas sehingga menyebabkan kerusakan pada bagian dalam katup terutama komponen pegas, plastik pengarah dan karet serta kegiatan mencongkel karet seal yang tidak hati-hati yang dapat menyebabkan spindel atas dan karet katup kendali rusak.

Ketahanan katup seharusnya tidak akan bocor sampai dengan 5000 kali buka tutup katup sesuai dengan syarat ketahanan teknis SNI untuk katup. Bila

setiap hari katup tersebut diisi ulang maka buka tutup yang terjadi hanya tiga kali perhari bila dikalikan dengan satu tahun ada 365 hari, maka seharusnya katup tersebut tidak akan bocor setelah dipakai selama kurang lebih 5 tahun. Sedangkan dari hasil uji, didapat tabung yang bocor merupakan produksi tahun 2007 dan 2008 yang berarti usia pemakaian tabung baru dua sampai tiga tahun.

Titik berat kelemahan yang mengakibatkan kebocoran pada uji ini adalah bahan baku karet, plastik, dan pegas dan prosedur penggunaan yang tidak sesuai. Pihak produsen harus lebih selektif dan jujur dalam menentukan bahan baku produksinya agar sesuai dengan persyaratan teknis yang berlaku wajib. Begitu juga dengan pemerintah harus melaksanakan pengawasan komprehensif dan terpadu mulai dari pemilihan bahan baku, proses produksi, distribusi hingga pemakaian. Bahan baku yang tidak sesuai, bila ditemukan harus ditolak sebelum proses produksi dilanjutkan, bila sudah terlanjur di produksi maka produk tersebut harus di tolak. Pada proses produksi bila ditemukan alat produksi yang tidak terstandarisasi, tersertifikasi maupun terawat, proses produksi harus dihentikan sementara agar produk yang di hasilkan bisa sesuai dengan syarat teknisnya. Pengawasan di bidang distribusi dan penyimpanan harus dilakukan terpadu dan komprehensif guna mencegah produk yang hasilnya sudah baik didistribusikan secara ceroboh, ilegal dan dengan cara yang tidak sesuai, karena akan menyebabkan produk ini rusak atau berkurang usia pakainya.

PT. X sebagai perusahaan yang mempunyai tugas dan kewajiban untuk memelihara tabung LPG ukuran 3 Kg beserta katupnya, harus merubah prosedur tetap pengujiannya disesuaikan dengan aturan teknis yang di berlakukan wajib oleh Pemerintah Republik Indonesia, untuk katup yang berlaku adalah SNI 1591:2008. Untuk prosedur uji valve test sudah sesuai dengan syarat SNI, akan tetapi untuk prosedur uji leak test, tekanan yang diterapkan hanya sekitar 0.54 kali tekanan uji yang dipersyaratkan SNI. Hal tersebut akan berpengaruh pada adanya *gap* atau kesenjangan antara kualitas keselamatan dan keamanan katup yang dinyatakan layak dan baik oleh PT.X bila dibanding dengan kondisi sesungguhnya dilapangan. Sesuai klausul OHSAS 18001:2007, PT.X harus memenuhi peraturan dan perundangan yang berlaku wajib termasuk didalamnya untuk melakukan pengujian dan pemeliharaan katup agar layak dan aman untuk

digunakan, maka teknis pengujiannya seharusnya mengikuti persyaratan teknis seperti yang tercantum dalam SNI 1591:2008. Hal tersebut juga sesuai dengan metode analisis investigasi DNV (1996) bahwa kondisi tidak aman seperti penggunaan produk katup yang tidak aman (tidak sesuai standar) diawali oleh lemahnya pengawasan dalam proses produksi katup tersebut.

### **6.5. Keselamatan dan Keamanan Produk Katup**

Kejadian ledakan dan kebakaran akibat kebocoran LPG dapat kita cari faktor utamanya dengan metode analisis investigasi (DNV,1996) :

- Kerugian material dan immaterial  
Kerusakan properti, luka-luka pada orang dan hilangnya nyawa seseorang.
- Insiden  
Terjadinya ledakan dan kebakaran akibat kebocoran LPG
- Penyebab Langsung  
Terdiri dari kegiatan tidak standar, kondisi dan peralatan serta lingkungan yang tidak standar
- Penyebab Dasar  
Terdiri dari faktor manusia dan faktor sistem pengadaan, suplai dan distribusi.
- Lemahnya Pengawasan  
Tidak memadai nya : Sistem -Standar -Kepatuhan

Tersebut dibawah ini adalah penjabaran dari analisis diatas. Pemerintah sebagai regulator sesuai amanat peraturan dan perundangan yang berlaku wajib seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada tesis ini, wajib mengawasi dan menjamin produk katup yang beredar dan dipergunakan masyarakat adalah aman untuk digunakan. Produsen sebagai pihak yang memproduksi katup adalah wajib untuk menjamin bahwa produk yang dihasilkannya sesuai dengan persyaratan teknis dan peraturan serta perundangan yang berlaku wajib, apabila lalai maka pihak produsen wajib dikenai sanksi administrasi maupun pidana.

Berdasarkan hasil uji yang tersebut diatas, produk katup telah teridentifikasi memiliki ketidaksesuaian dengan persyaratan teknis yang berlaku

wajib yaitu SNI 1591:2008, sehingga produsen maupun pemerintah wajib untuk menarik kembali produknya yang telah beredar luas dimasyarakat untuk disortir dan perbaikan mutu produk. Hasil uji yang dilakukan peneliti dalam tesis ini bukan merupakan gambaran pasti kondisi sebenarnya di lapangan, akan tetapi dapat merupakan sebagai peringatan bagi para pihak yang terkait agar lebih waspada dan berhati-hati dalam memproduksi dan mendistribusi katup ke masyarakat luas.

Pemerintah tidak boleh membebankan kesalahan kejadian ledakan dan kebakaran akibat kebocoran LPG tabung baja ukuran 3 Kg kepada masyarakat karena kurangnya pengetahuan dalam penggunaan dan antispasi kebocoran gas, karena keamanan produk merupakan lini pertama dari keselamatan penggunaan produk. Pengetahuan dan kewaspadaan masyarakat akan kebocoran LPG merupakan langkah lanjutan antisipatif yang tidak akan terlalu berpengaruh apabila produk itu sendiri sudah terjamin keamanan dan keselamatannya.

Ada beberapa titik yang harus diwaspadai pengawasannya agar keamanan dan keselamatan produk katup ini terjamin, diantaranya :

#### 1. Produksi

Di bagian ini, harus diawasi kesesuaian bahan baku seperti yang tertuang dalam persyaratan teknis bahan baku yang berlaku wajib. Bahan baku mencakup, badan katup, plastik pengarah, karet, pegas. Selain bahan baku, juga perlu diawasi perawatan terhadap mesin produksi katup agar katup yang dihasilkan kualitas akhirnya menjadi baik sesuai dengan syarat teknis SNI 1591:2008.

#### 2. Pengisian dan pemeliharaan LPG

Bagian ini mempunyai peran untuk mengisi LPG ke dalam tabung baja ukuran 3 Kg dan memeriksa kelaikan tabung beserta katupnya. Dari hasil wawancara tidak terstruktur dengan pengawas bagian pemeliharaan tabung baja LPG ukuran 3 Kg PT.X yang berlokasi di Plumpang, Jakarta Utara, didapati bahwa dari sekitar 2000 buah tabung baja LPG ukuran 3 Kg yang diperiksa setiap harinya, ada sekitar 60 buah tabung yang katupnya di sortir karena bocor, dimensi tidak sesuai, dan secara visual terlihat rusak atau tidak rapih. Menurut pengawas tersebut, untuk tabung yang katupnya di sortir, di gantikan dengan katup yang masih berfungsi baik dari tabung lainnya karena sejak bulan Mei

hingga awal Juli tidak ada persediaan katup yang baru. Hal tersebut mungkin berkaitan dengan maraknya kejadian ledakan dan kebakaran akibat kebocoran LPG tabung ukuran 3 Kg, sehingga pihak penanggung jawab pengisian LPG dan produsen katup mulai berhati-hati dalam produksi dan sedang proses perbaikan mutu.

### 3. Distribusi

Tabung LPG ukuran 3 Kg ini didistribusikan oleh pihak-pihak yang ditunjuk resmi oleh Pertamina. Penulis secara tidak sengaja melihat ada proses distribusi yang ketika akan menurunkan tabung LPG ukuran 3 Kg ini dilakukan dengan cara kendaraan di lajukan dengan arah mundur lalu di berhentikan secara mendadak, sehingga isi muatan yang berupa tabung ini berguling dan terjatuh di tanah. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada tabung dan katupnya karena bergerak tanpa terkontrol dan saling berbenturan baik dengan sesama tabung maupun dengan tanah dibawahnya dan hal ini terjadi terlepas dari pengawasan pihak yang berwenang.

Penulis juga melihat ada masyarakat yang menggunakan sepeda motor untuk mengangkut lebih dari 8 buah tabung LPG ukuran 3 Kg, dengan cara di tumpuk sedemikian rupa. Hal ini sangatlah berbahaya, karena dengan pengangkutan menggunakan sepeda motor, tabung lebih sering bergerak dan berbenturan satu sama lain, sesuai karakteristik sepeda motor yang selalu bergoyang untuk mencapai keseimbangan pengendalian. Belum lagi resiko sepeda motor terpeleset dan terjatuh sehingga tabung akan lebih berbahaya lagi.

### 4. Agen LPG ukuran 3 Kg

Penulis juga mengamati bahwa agen LPG ukuran 3 Kg hanya sebagian saja yang melakukan pemeriksaan kebocoran tabung dan katupnya sebelum di perjualbelikan. Ada agen yang menyimpan tabungnya dengan terlindungi dari sinar matahari dan air hujan, tetapi ada juga yang tidak melakukan hal tersebut dan meletakkan tabung LPG ukuran 3 Kg yang diperdagangkan di trotoar jalan tanpa perlindungan. Hal ini dapat memperpendek usia pemakaian karena faktor cuaca, air hujan, kelembabapan, dan suhu dapat merusak badan tabung, kaki tabung, las sambungan badan tabung, drat sambungan antara katup dengan tabung.

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN dan SARAN**

#### **7.1. Kesimpulan**

Dari beberapa pengujian yang dilakukan diantaranya pengujian visual, dimensi konstruksi dan pneumatik didapat bahwa :

1. Persyaratan visual sifat tampak terpenuhi di semua sampel dan parameter
2. Persyaratan toleransi dimensi syarat konstruksi ada satu bagian dimensi yang tidak terpenuhi oleh sebagian besar produsen, total kesesuaian dari uji dimensi ini hanya 26.6 % saja dari ke 30 sampel yang diambil secara acak. hanya dua produsen yang memproduksi katup sesuai dengan batasan toleransi dimensi sesuai persyaratan teknis. Hal ini dapat menyebabkan tidak cocoknya dimensi mulut katup dan regulator yang dapat berujung pada kebocoran
3. Hasil uji tekanan leak tes dengan tekanan uji 10 Kg/cm<sup>2</sup> menunjukkan ada tiga katup atau setara dengan 10 % sampel yang bocor pada tekanan uji, dan katup-katup tersebut diproduksi oleh tiga produsen yang berbeda dari tujuh produsen yang sampelnya diuji. Untuk tes valve dengan tekanan uji 18.5 Kg/cm<sup>2</sup> persentase valve yang bocor hanya 6.66 % atau setara dengan dua buah sampel.
4. Ketidaksesuaian hampir merata pada semua produsen dan produksi tahun 2007 hingga 2009 meskipun ketidasesuain hanya terjadi di sebagian kecil parameter.
5. Ketahanan katup seharusnya sampai dengan 5000 kali buka tutup katup. Bila setiap hari katup tersebut diisi ulang maka buka tutup yang terjadi hanya tiga kali perhari bila dikalikan dengan satu tahun ada 365 hari, maka seharusnya katup tersebut tidak akan bocor setelah dipakai selama kurang lebih 5 tahun.
6. Tidak terpenuhinya SNI 1591:2008 pada sebagian besar sampel katup menunjukkan tingkat keselamatan dan keamanan produk yang rendah dan bila dikaitkan dengan teori analisis investigasi keselamatan maka kondisi tidak standar tersebut disebabkan oleh tidak terawatnya mesin dan peralatan produksi serta tidak bagusnya material bahan baku, dimana hal itu disebabkan oleh lemahnya pengawasan dari berbagai pihak yaitu produsen dan pemerintah.

## **7.2. Saran**

Dari hasil uji dan pembahasan serta kesimpulan yang ditarik, memang didapati ada beberapa sampel yang tidak memenuhi syarat ketahanan, tekanan dan dimensi, oleh karena itu, peneliti merekomendasikan, antara lain :

### **7.2.1. Produsen**

- Peningkatan pengawasan dilini produksi
- Peningkatan pemeliharaan berkala mesin produksi disesuaikan dengan spesifikasi teknis mesin tersebut.
- Peningkatan dan pengawasan pemilihan bahan baku produksi

### **7.2.2. Pemerintah**

- Peningkatan pengawasan di lini lapangan dan jalur distribusi oleh pemerintah
- Melakukan recall tabung beserta katup dan memperbanyak lokasi penukaran tabung dan katup untul mempermudah masyarakat yang mengetahui atau menemukan adanya tabung dan katup yang terindikasi bocor atau tidak layak
- Membentuk satgas pengawasan dan evaluasi pelaksanaan program konversi yang bekerja secara terintegrasi dan berkesinambungan, beranggotakan pihak terkait seperti Pertamina, Kementrian Tenaga Kerja RI, Kementrian Perindustrian RI, Kementrian Perdagangan RI, Lembaga Sertifikasi, Kepolisian RI, perhimpunan produsen dan akademisi ahli.
- Memperketat sertifikasi SNI dan meninjau ulang sertifikat SNI yang telah diberikan.
- Melakukan kajian lebih lanjut tentang sambungan katup dengan regulator yang selama ini dengan metode quick on digantikan dengan metode lock ulir.
- Pemerintah atau yang mewakili dalam hal pemeliharaan tabung gas dan katupnya, seharusnya menggunakan metode uji maksimum batasan SNI.

### **7.2.3. Masyarakat pengguna**

- Dapat lebih berhati-hati, biarpun secara visual terlihat bagus namun belum menjamin terhadap indikasi kebocoran.



- Sebelum membeli hendaknya minta di tes terlebih dulu oleh penjual dengan cara dicelupkan ke bak air.
- Memilih katup atau tabung dengan penandaan tahun produksi yang baru.
- Bila terindikasi bocor secepatnya di masukkan ke bak air atau diletakkan di ruang terbuka udara bebas dan sampai tidak ada lagi gas yang tersisa, kemudian laporkan dan tukarkan ke penjual atau agen terdekat.



## DAFTAR PUSTAKA

- AS/NZS 4360:2004. Risk Management, Australian/New Zealand Standard.35d  
edition.2004
- AS/NZS 4360 : Risk Management, Australian/New Zealand Standard, 3<sup>rd</sup> Edition  
2004
- Bird, Frank E Jr., Germain, George L., & Clark, Douglas M (2005, edisi ketiga).
- Bird, Frank E Jr and L. Germain. *Practical Loss Control Leadership*.  
International Loss Control Institute, 1989.
- Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Guidelines for Fire Protection in  
Chemical, Petrochemical, and Hydrocarbon Processing Facilities*,  
New York : Center for Chemicals Proses Safety of The American  
Institute of Chemical Engineers. 2003
- Clemens, P., L., *Event Tree Analysis 2nd Edition*, Sverdrup, 1990
- Cross, J., Safe 9350. Study Notes, SESC. 9221 ; *Major Hazard Management*.  
Dept of Safety Science, University of New South Wales,  
Australia.1996
- Crowl, Daniel A. *Understanding Explosions*. Wiley-AIChE. ISBN 081690779X,  
2003
- Daily Newspaper Kompas, edisi Selasa, 14 Juli 2009*
- Daily Newspaper Kompas, edisi Kamis, 27 Mei 2010*
- DNV, Loss Causation Management Training, Modern Safety Management,  
Loganville, Georgia. (1996)
- . Risk Management. (2010, January)
- . Understanding Management System. (2007)
- Elpiji, Pertamina. <http://WWW.pertamina.com/konversi/elpiji.php>
- Guidelines or Hazard Evaluation Procedures*, Center For Chemical Process  
safety, American Institute of Chemical Engineers, New York, 1992.
- Heinrich H. W. *Industrial Accident Prevention*. New York: Mc. Graw Hill Book  
Company, 1980
- Høyland, A. and Rausand, M., 1994. *System reliability theory: models and  
statistical methods*. Mei 2010

- International Labour Office. *Pencegahan Kecelakaan*. Jakarta: PT. Pustaka Binaman Pressindo, 1989
- Jalur Distribusi Elpiji 3 KG, Pertamina.  
<http://WWW.pertamina.com/konversi/distribusi.php>
- Keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi Nomor : 25K/36/DDJM/1990
- Kamus Besar Bahasa Indonesia, edisi keempat, Balai Pustaka, 2008
- Koran Seputar Indonesia Kamis, 20 Mei 2010 Halaman 13*
- Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No.02/KPTS/1985
- Lees, *Loss Prevention in the Process Industries*, Butterworth-Heinemann, 2nd Ed. 1996
- Macdonald, Dave., *Industrial Safety, Risk Assessment and shutdown System*, Elsevier, 2004.
- Nevded, Milos dan Soemanto Imamkhasani. *Dasar-dasar Keselamatan Kerja Bidang Kimia dan Pengendalian Bahaya Besar*. 1991
- NFPA. 550. Guide To The Fire Safety Concept Tree, National Fire Codes, Park Quincy. MA, 1986
- Nollan, Denis P. *Handbook of fire and explosion protection engineering principle for oil, gas, chemical and related facilities*. United State of America Noyes Publication, westwood .New Jersey. 1996
- OSHAS 18001, Management System. 2007
- Petunjuk Aman Penggunaan Elpiji 3 Kg, Buku Pintar, Pertamina.
- Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia No.45/M-Ind/7/2008
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No.PER.01/MEN/1982.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No.PER.04/MEN/1993
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No.PER.03/MEN/1998
- Program Konversi, Pertamina. <http://WWW.pertamina.com/konversi/program.php>
- Ridley, John, *safety at work*, london, butletwores, 1986.
- Ridley, John and Channing, J., *Safety at Work Risk management*, Butterworth Heinemann, 1999.

- Supervisor PT.X, informan (2010, 22 juni). Wawancara tidak terstruktur.
- Silalahi, Bennet., dan Rumondang Silalahi. *Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta, PT.Pustaka Binaman Pressindo, 1995
- Sklet, Snorre., *Method for Accident Investigation*, Norwegian University of Science and Technology, 2002
- Simanjuntak, Payaman J, *Manajemen keselamatan kerja*, Jakarta : HIPSMI,1994
- Tatyana A. Davletshina, Nicholas P.Cheremissinof.,*fire and explosion hazard handbook of industrial chemical* , Noyes publication, new jersey, 1998
- Vesely, Goldberg, Robert and Haasl., *Fault Tree Handbook*, US Nuclear Regulatory Commission, Washington D.C, 1981.

