

**PENGUJIAN DAN ANALISIS SAMBUNGAN LAS  
TABUNG GAS LPG KAPASITAS 3KG**

**TUGAS AKHIR**

Oleh ;  
**Ruli Syahrul Furqon**  
**06.3030030**



**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2011**

# **PENGUJIAN DAN ANALISIS SAMBUNGAN LAS TABUNG GAS LPG KAPASITAS 3KG**

---



**Nama : Ruli Syahrul Furqon**

**Nrp : 06.3030030**

**Pembimbing I**

**(Ir. Agus Sentana, MT)**

**Pembimbing II**

**( Dr. H. Dedi Lazuardi, Ir., DEA )**

## ABSTRAK

*Pengujian dan pemeriksaan didalam industri logam, permesinan dan manufaktur dapat dibagi dalam dua kelas, yaitu pengujian dan pemeriksaan untuk keperluan pembuat dan pengujian serta pemeriksaan untuk keperluan pemakai. Pengujian dan pemeriksaan konstruksi las pada tabung gas memberikan penjelasan mengenai jaminan mutu produk dan konstruksi las yang dimana syarat utamanya merupakan kekuatan las. Pada pengujian kekuatan las dilakukan dua pengujian umum yaitu pengujian merusak dan pengujian tak merusak terhadap model dari konstruksi atau pada batang uji yang telah dilas sampai terjadi kerusakan pada model atau batang uji. Objek pengujian penelitian ini dilakukan pada sambungan las tabung gas kapasitas 3 kg yang merupakan konstruksi tabung gas konversi energi peralihan dari minyak tanah yang dipergunakan oleh masyarakat. Tabung gas kapasitas 3 kg merupakan bejana bertekanan yang menjadi tempat penyimpanan LPG (Liquid Petroleum Gas) dengan material pelat baja karbon sedang dengan tebal pelat 2,5 mm. Selain itu pula tabung gas kapasitas 3 kg memiliki 3 bagian umum yang terdiri dari gagang tabung, badan tabung, dan kaki tabung dengan tinggi tabung  $\pm 80$  mm dan diameter tabung 25 mm. Pengujian dilakukan dengan cara pengujian tarik dan pengujian bending/lengkung tekan, sesuai dengan SNI 07-0408-1989 dan SNI 07-0410-1989. Hasil pengujian sambungan las tabung gas kapasitas 3 kg didapatkan kekuatan tarik rata-rata sebesar 52,32 kg/mm<sup>2</sup> dengan waktu patahan rata-rata selama 1,58 menit. Pada pengujian bending dengan lengkung tekan hingga sudut 180° tidak terjadi adanya pengaruh retakan las (no defect).*

## KATA PENGANTAR

Syukur *Alhamdulillah* penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Pemurah yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “PENGUJIAN DAN ANALISIS SAMBUNGAN LAS TABUNG GAS LPG KAPASITAS 3 KG”.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu selama pengerjaan tugas akhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Seluruh Jajaran Dekanat Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung,
2. Bapak Endang Achdi, Ir., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung,
3. Bapak Sugiharto, Ir., MT. selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pasundan, Bandung,
4. Bapak Agus Sentana, Ir., MT. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan dan arahan,
5. Bapak Dr., Ir., H. Dedi Lazuardi, DEA. selaku Dosen Pembimbing II, yang banyak memberikan masukan, bimbingan dan arahan serta selaku Dosen Wali Penulis,
6. Seluruh Staff Tata Usaha di Jurusan Teknik Mesin Universitas Pasundan,

7. Bapak Arif Tri Hangga di BBLM yang membimbing penulis melakukan pengujian dan selaku operator di lab. Kalibrasi dan Penguji BBLM,
8. Ir. Roslina selaku Manajer Teknik Laboratorium Penguji di BBLM yang membantu penulis melakukan pengujian di lab. Kalibrasi dan Penguji BBLM,
9. Kedua Orang Tuaku Tercinta, yang selalu memberikan perhatian, serta do'a, dan dukungannya baik moral maupun material.
10. Seluruh Keluargaku yang selalu mendo'akan penulis,
11. Sahabat dan teman-teman khususnya angkatan 2006 yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.
12. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terima kasih atas segala bantuannya.

Dengan segala kerendahan hati, penulis memohon kepada Allah SWT agar dapat membalas segala kebaikan bagi mereka yang telah membantu penulis. Dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini penulis berusaha menyelesaikannya dengan sebaik-baiknya, kekurangan-kekurangan yang terdapat didalamnya adalah semata-mata karena keterbatasan penulis. Akhir kata penulis mengharapkan agar laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan umumnya bagi pihak-pihak yang memerlukannya.

Bandung, Oktober 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GRAFIK.....	xi
DAFTAR RUMUS.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3

BAB II TEORI DASAR .....	5
2.1 Konstruksi Tabung .....	5
2.2 Proses Pembuatan Tabung .....	10
2.3 Syarat Mutu .....	11
2.4 Pengujian Keseluruhan .....	12
2.5 Material Yang Digunakan.....	14
2.6 Teori Uji Tarik .....	18
2.7 Teori Uji Bending/Lengkung Tekan.....	19
 BAB III PENGUJIAN SAMBUNGAN LAS PADA TABUNG GAS LPG KAPASITAS 3KG .....	 21
3.1. Tujuan Penelitian.....	21
3.1.1 Spesimen dan Dimensi .....	21
3.1.2 Mesin Uji .....	26
3.2. Pengujian Tarik .....	28
3.3. Pengujian Bending .....	29
 BAB IV ANALISA PENGUJIAN .....	 31
4.1 Analisis Pengujian .....	31
4.2 Hasil Pengujian Tarik .....	32

4.3 Hasil Pengujian Bending .....	34
4.4 Photo Makro Hasil Pengujian .....	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
4.5 Kesimpulan.....	38
4.6 Saran .....	39
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Salah Satu Produk Konstruksi Tabung Gas Kapasitas 3 kg.
- Gambar 2.2. Konstruksi Bagian Tabung.
- Gambar 2.3. Contoh Pola Elipsodial Rasio 2:1.
- Gambar 2.4. Profil Las Circum Pada Badan Tabung.
- Gambar 2.5. Profil Las Pada Leher Tabung.
- Gambar 2.6. Gulungan Pelat Baja SG 295 (JIS G 3116).
- Gambar 2.7. Pelat Baja SG 295 Yang Telah Dibentuk Setengah Tabung.
- Gambar 2.8. Skematis Uji Bending/Lengkung Tekan.
- Gambar 3.1. Spesimen Untuk Uji Tarik.
- Gambar 3.2. Spesimen Pelat Pengujian Tarik Untuk Ketebalan  $2,5 \text{ mm} \pm$  Standar SNI 07-0408-1989.
- Gambar 3.3. Spesimen Untuk Uji Bending.
- Gambar 3.4. Spesimen Pelat Pengujian Bending Untuk Ketebalan  $2,5 \text{ mm} \pm$  Standar SNI 07-0410-1989.
- Gambar 3.5. Mesin Uji Tarik dan Bending MFL Piuf-Und Me Systeme GmbH D-6800 Mannheim kapasitas 200kN.
- Gambar 3.6. Skematis Mesin Pengujian.
- Gambar 3.8. Pengujian Tarik.
- Gambar 3.9. Pengujian Bending.
- Gambar 4.1. Spesimen I Pada Pengujian Tarik.
- Gambar 4.2. Spesimen II Pada Pengujian Tarik.
- Gambar 4.3. Spesimen I dan II Pada Pengujian Bending.

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Tebal Spesimen Awal.

Tabel 3.2. Lebar Spesimen Awal.

Tabel 3.3. Luas Penampang Awal.

Tabel 3.4. Beban Maksimum.

Tabel 4.1. Kuat Tarik ( $\sigma$ ).

Tabel 4.2. Waktu Patahan.

Tabel 4.3. Tebal Batang Uji, A.

Tabel 4.4. Lebar Batang Uji, W.

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Grafik Kuat Tarik  $\sigma$  -  $t$  Waktu Patahan

## DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1. Tegangan Teknik.

Rumus 2.2. Regangan Teknik.

Rumus 2.3. Modulus Elastisitas.

Rumus 2.4. Tegangan Bending.

Rumus 2.5. Modulus Elastisitas Bending.

## DAFTAR LAMPIRAN

- A. Tabung Gas LPG Kapasitas 3 Kg
- B. Gulunga Pelat Baja SG 295 (JIS G 3116)
- C. Pelat Baja SG 295 yang Telah Dibentuk Setengah Tabung
- D. Spesimen Pengujian Tarik
- E. Spesimen Pengujian Bending
- F. Mesin Pengujian
- G. Pengujian Tarik
- H. Pengujian Bending
- I. Hasil Pengujian Tarik
- J. Hasil Pengujian Bending
- K. Grafik Hasil Pengujian Tarik
- L. Cara Uji Tarik Logam (SNI 07-0408-1989)
- M. Cara Uji Bending (SNI 07-0410-1989)

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Salah satu proses terpenting dalam industri logam, permesinan dan manufaktur yaitu proses penyambungan logam yang disebut proses pengelasan (*welding*). Prosedur pengelasan terlihat sangat sederhana, tetapi sebenarnya terdapat banyak masalah-masalah yang terjadi dilapangan pada saat proses pengelasan itu dilakukan. Secara lebih terperinci dapat dikatakan bahwa dalam perancangan konstruksi bangunan dan mesin dengan sambungan las, harus direncanakan pula tentang cara pengelasan, cara pemeriksaan, bahan las dan jenis las yang akan dipergunakan, berdasarkan fungsi dan bagian-bagian konstruksi atau mesin yang dirancang.

Aplikasi penggunaan proses pengelasan di industry MIGAS terdapat pada konstruksi bejana bertekanan yang menuntut hasil pengelasan secara baik dan memiliki tingkat keamanan (*safety factor*) yang tinggi, hal ini dikarenakan produk MIGAS konstruksi bejana bertekanan akan dipergunakan oleh masyarakat luas sebagai kebutuhan ekonomi. Bejana bertekanan yang kini diproduksi secara massal di Indonesia adalah tabung gas kapasitas 3 kg, dimana hal tersebut sebagai sasaran pemerintah dalam hal

pembangunan yang mengkonversikan penggunaan minyak tanah menjadi gas bumi sebagai kebutuhan ekonomi masyarakat.

Tabung gas kapasitas 3 kg merupakan bejana bertekanan yang menjadi tempat penyimpanan LPG (*Liquid Petroleum Gas*) dengan material pelat baja karbon sedang dengan tebal pelat 2,5 mm. Selain itu pula tabung gas kapasitas 3 kg memiliki 3 bagian umum yang terdiri dari gagang tabung, badan tabung, dan kaki tabung dengan tinggi tabung  $\pm 80$  mm dan diameter tabung 25 mm.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Perumusan masalah pada penyusunan tugas akhir ini adalah melakukan pengujian dan analisis setelah pengujian terhadap sambungan pelat baja tabung gas kapasitas 3 kg. Yang diharapkan menyelesaikan masalah-masalah yang terjadi pada saat pengujian untuk dikaji sebagai bahan perbandingan dengan pengamatan untuk menanggulangi permasalahan yang terjadi dimasyarakat.

## **1.3 Pembatasan Masalah**

Melakukan pengambilan sample pelat baja tabung gas 3 kg yang selanjutnya diamati secara visual maupun pembesaran, melakukan penyambungan dua buah pelat dengan pengelasan yang diterapkan pada tabung gas

kapasitas 3 kg, dan memberikan pengujian pada hasil penyambungan las secara merusak dan tidak merusak.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang akan dilakukan pada sambungan las tabung gas kapasitas 3 kg semua mengacu pada code *ASME section VIII* sebagai peraturan yang ditentukan oleh SNI (Standar Nasional Indonesia) yaitu sebagai berikut :

- Pengujian sifat mekanik sesuai SNI 07-0408-1989 dan SNI 07-0410-1989 yang meliputi
  - ✓ Cara uji tarik logam
  - ✓ Cara uji lengkung tekan

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

Pengujian dan analisa ini dilaporkan dalam bentuk skripsi dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- **BAB I PENDAHULUAN**

Didalamnya membahas mengenai :

Latar Belakang, Perumusan Masalah, Pembatasan Masalah, Tujuan Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

- **BAB II TEORI DASAR**

Didalamnya membahas mengenai :

Konstruksi Tabung, Proses Pembuatan Tabung, Syarat Mutu, Pengujian Keseluruhan, Material yang

Digunakan, Teori Uji Tarik, dan Teori Uji Bending/Lengkung Tekan.

- **BAB III PENGUJIAN SAMBUNGAN LAS PADA TABUNG GAS ELPIJI KAPASITAS 3KG**

Didalamnya membahas mengenai :

Tujuan Pengujian, Spesimen dan Dimensi, Mesin Uji, Pengujian Tarik, dan Pengujian Bending.

- **BAB IV ANALISA PENGUJIAN**

Didalamnya membahas mengenai :

Analisis Pengujian, Hasil Pengujian Tarik, Hasil Pengujian Bending, dan Photo Makro Hasil Pengujian.

- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Didalamnya membahas mengenai :

Kesimpulan dan Saran.

- **DAFTAR PUSTAKA**

- **LAMPIRAN**

## **BAB II**

### **TEORI DASAR**

#### **2.1 Konstruksi Tabung**

Pada konstruksi tabung gas kapasitas 3 kg terdiri dari beberapa bagian tabung yaitu :

- ❖ Badan tabung, terdiri dari bagian atas dan bawah (*top & bottom*)
- ❖ Cincin Leher (*neck ring*)
- ❖ Pegangan Tangan (*Hand Guard*)
- ❖ Cincin Kaki (*Foot Ring*)

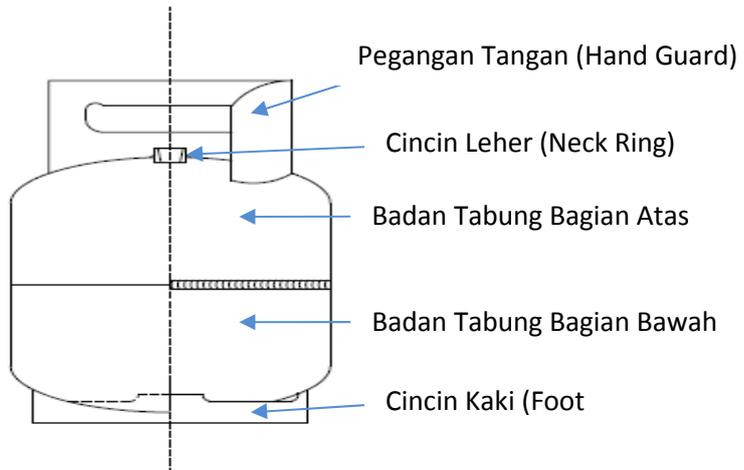
Dibawah ini merupakan bentuk asli dari tabung gas kapasitas 3 kg beserta bagian konstruksinya.



*Gambar 2.1 Salah Satu Produk Konstruksi Tabung Gas Kapasitas 3 kg*

Produk pada gambar diatas merupakan salah satu hasil pembuatan PT.PERTAMINA di Jakarta yang nantinya

dipergunakan oleh masyarakat sebagai salah satu program pemerintah untuk menekan subsidi bahan bakar, dengan pertimbangan bahan bakar gas yang lebih murah dibandingkan minyak tanah.

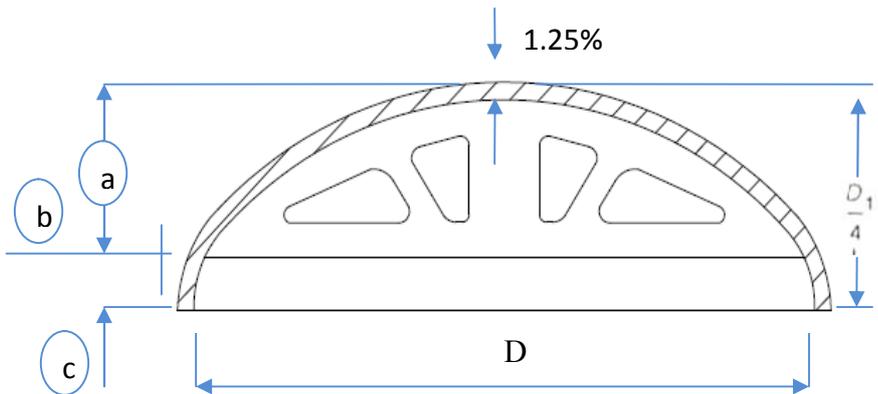


*Gambar 2.2 Konstruksi Bagian Tabung*

- Tebal dinding tabung diperoleh dari perhitungan berdasarkan rumus yang telah ditentukan. Rumus yang digunakan antara tabung 2 bagian dan 3 bagian sangat berbeda.
- Badan tabung bagian atas dan bawah berbentuk ellipsoidal atau torispherical. Bentuk ellipsoidal memiliki rasio maksimal 2:1 terhadap diameter dalam dari

tabung. Contohnya : ketinggian internal lengkungan adalah 25% dari diameter dalam dari tabung.

- Penyimpangan bentuk yang diukur tegak lurus dari permukaan hasil proses pembentukan (pres) terhadap pola elipsoidalnya tidak boleh melebihi 1,25% dari diameter luar badan.



*Gambar 2.3 Contoh Pola Elipsoidal Rasio 2:1*

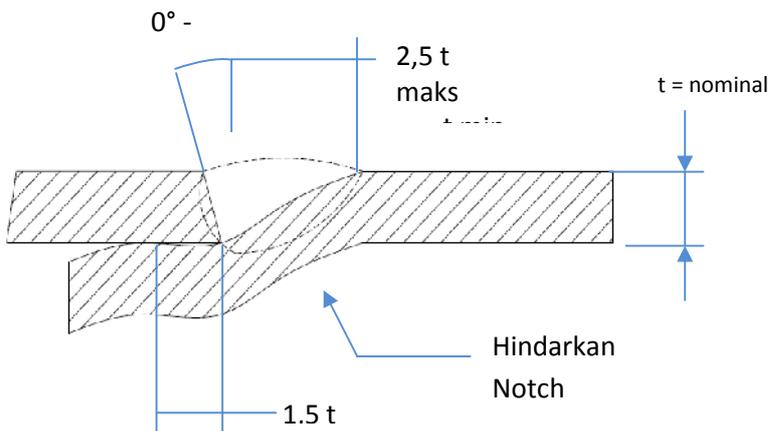
Keterangan :

- Bagian Elipsoidal atau Torispherical
- Garis Tangensial
- Bagian Silindrikal
- D1 (Diameter dalam dari tabung)

- Cincin kaki harus mampu menopang tabung secara kokoh dan harus dapat berdiri dengan tegak,

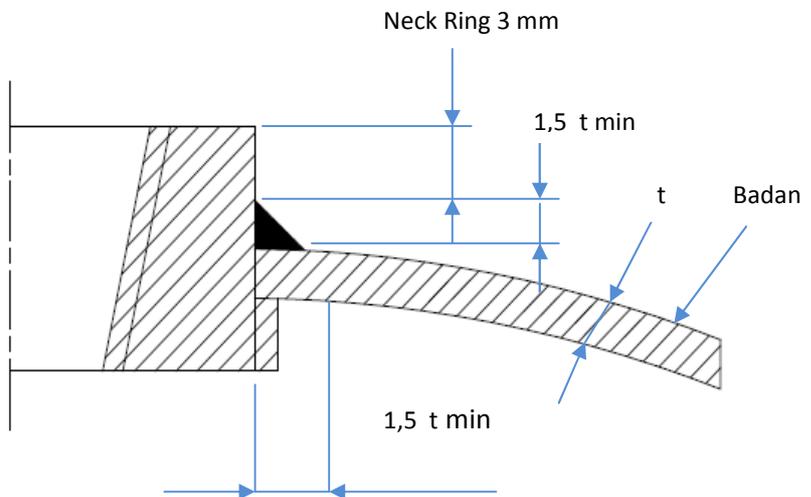
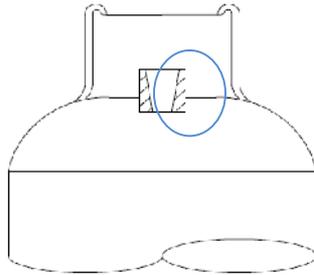
kemudian bentuk kaki tidak boleh menimbulkan genangan air.

- Pegangan tangan harus dapat melindungi katup (*valve*) apabila terjadi benturan dan harus kuat menahan berat dan isi tabung pada saat diangkat.
- Cincin leher adalah berbentuk flensa berfungsi untuk memasang katup.
- Tinggi tabung tidak boleh lebih dari 4 x diameter badan tabung.
- Penyambungan badan tabung bagian atas dan bawah menggunakan las cincin (*welded circumferential joint*) dengan sistem tumpang (*joggle offset*) pada komponen bagian bawah.



**Gambar 2.4 Profil Las Circum Pada Badan Tabung**

- Pengelasan Cincin leher harus sempurna, tinggi dan lebar las minimum adalah  $1,5 \times$  tebal pelat badan.



*Gambar 2.5 Profil Las Pada Leher Tabung*

## **2.2 Proses Pembuatan Tabung**

Pada proses pembuatan tabung terdapat beberapa langkah yaitu sebagai berikut:

1. Bahan pelat baja karbon tinggi dipotong sesuai dengan ukuran dan diberikan pelumas sebelum masuk pada proses pembentukan (ini diperuntukan agar pelat baja dapat terdeformasi dengan baik).
2. Pembentukan dilakukan dengan cara di press (Deep Drawing) dan hasilnya merupakan komponen dari badan tabung pada bagian atas dan bawah (*top and bottom*).
3. Komponen tabung bagian atas kemudian dilubangi untuk pemasangan cincin leher.
4. Pemasangan cincin leher dilakukan dengan cara pengelasan menggunakan las busur logam gas (*gas metal arc welding*).
5. Penyambungan melingkar kedua bagian badan (*top and bottom*) menggunakan pengelasan silinder berbentuk las tumpang.
6. Penyambungan pegangan tangan dan cincin kaki dengan badan tabung, dilakukan dengan cara pengelasan busur listrik (*shielded metal arc welding*) dengan bentuk las sudut (*fillet*).
7. Pengelasan dilakukan oleh juru las atau operator las yang memenuhi standar kompetensi juru las.

8. Setiap tabung harus mendapatkan perlakuan panas untuk pembebasan tegangan sisa (annealing), yaitu pada suhu  $630^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}$  sekurang-kurangnya 20 menit.
9. Untuk mencegah timbulnya karat pada permukaan luar tabung harus dilakukannya perlindungan dengan pelapisan cat. Sebelum dilakukan pengecatan harus didahului proses pembersihan dengan cara shot blasting diseluruh permukaan tabung. Pengecatan pertama menggunakan cat dasar (primer coat) dengan tebal 25 mikron sampai 30 mikron selanjutnya menggunakan cat akhir (top coat) dengan tebal 25 mikron sampai 30 mikron.

### **2.3 Syarat Mutu**

- Setiap permukaan tabung tidak boleh ada cacat atau kurang sempurna dalam pengerjaannya yang dapat mengurangi kekuatan dan keamanan dalam penggunaannya seperti: luka gores, penyok, dan perubahan bentuk.
- Dimensi, perbedaan diameter yang terjadi pada bagian bentuk silindris tabung antara diameter maksimal dan minimal adalah 1% dengan deviasi vertical tabung tidak boleh melebihi 25 mm per meter.
- Ketahanan hidrostatik, setiap tabung harus tahan terhadap tekanan hidrostatik dengan tekanan sebesar

31 kg/cm<sup>2</sup> dan pada tekanan tersebut tidak boleh ada rembasan air atau kebocoran dan tidak boleh terjadi perubahan bentuk.

- Sifat kedap udara, tabung yang telah dilengkapi dengan katup harus kedap udara/tidak boleh bocor pada tekanan udara sebesar 18,6 kg/cm<sup>2</sup>.
- Ketahanan pecah (uji bursting), tekanan pecah tidak boleh lebih kecil dari 110 kg/cm<sup>2</sup> dan tabung tidak boleh pecah dengan inisiasi pecahan berawal dari sambungan las.
- Ketahanan ekspansi volume tetap, apabila tabung ditekan secara hidrostatik dengan tekanan sebesar 31 kg/cm<sup>2</sup> selama 30 detik, maka ekspansi volume tetap yang terjadi tidak boleh lebih besar dari 1/5000 volume awal. Tidak boleh terjadi kebocoran dan tampak perubahan bentuk.
- Sambungan las harus mulus, rigi-rigi harus rata, tidak boleh terjadi cacat-cacat pengelasan yang dapat mengurangi kekuatan dalam pemakaian.
- Pengecatan harus mampu memenuhi pengujian lapisan cat.

## **2.4 Pengujian Keseluruhan**

Beberapa pengujian diambil dari data menurut SNI 1452 : 2007 yang diberlakukan pada seluruh produksi tabung di perusahaan pembuatan tabung, diantaranya:

- Uji sifat tampak  
Dilakukan secara visual tanpa adanya pembesaran dan hasilnya harus sesuai dengan persyaratan.
- Uji dimensi  
Cara uji dimensi untuk lingkaran tabung dan kelurusannya dilakukan menggunakan alat ukur dengan tingkat ketelitian 0,5 mm.
- Uji ketahanan hidrostatik  
Tabung diisi/ditekan dengan air bertekanan sebesar 31 kg/cm<sup>2</sup> dan hasilnya harus sesuai dengan persyaratan.
- Uji sifat kedap udara  
Tabung yang telah dipasang katup, diberikan tekanan dengan udara sebesar 18,6 kg/cm<sup>2</sup> kemudian dimasukkan kedalam air dan hasilnya tidak boleh bocor, dengan cara melihat gelembung-gelembung udara dalam air.
- Uji ketahanan pecah  
Tabung diisi dengan air sampai tabung pecah hasilnya harus memenuhi persyaratan.
- Uji ketahanan ekspansi volume tetap  
Tabung diisi dengan air bertekanan sebesar 31 kg/cm<sup>2</sup> minimum selama 30 detik. Kemudian diukur ekspansi volume tetapnya dengan mengukur selisih volume setelah dan sebelum pengujian.
- Uji sambungan las

Pengujian sifat mekanik sesuai SNI 07-0408-1989, cara uji tarik logam dan SNI 07-0410-1989, cara uji tarik logam. Sedangkan untuk pengujian radiografi sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan harus memenuhi SNI 05-3563-1994, bejana tekan I-A, Bab BL persyaratan bejana tekan yang difabrikasi dengan pengelasan, BI-51.b.

- Uji lapisan cat

Benda uji dibuat goresan menyilang dengan pisau tajam pada kedua sisinya, kemudian direndam kira-kira setengahnya kedalam larutan garam (NaCl) 3% (pada temperature 15° C sampai 25° C) dalam bejana, dengan kedalaman kira-kira 70 mm dari ujung bawah goresan, dan direndam selama 100 jam. Amati adanya gelembung pada sejarak 3 mm dari goresan pada bagian luar kedua sisinya dan sesudah diangkat, kemudian dicuci dengan air dan dikeringkan. Tidak diperbolehkan terdapat karat melebihi 3 mm dari goresan pada kedua sisinya.

## **2.5 Material yang Digunakan**

Bahan untuk tabung sesuai dengan SNI 07-3018-2006, baja pelat dan gulungan canai panas untuk tabung gas (Bj TG) atau JIS G 3116, kelas SG 26 (SG 225), SG 30 (SG 295). Kode SG diambil dari standar JIS (Japanese Industrial Standards) yaitu standar baja yang digiling pada temperatur

panas (*hot rolled steel sheet*) khusus digunakan untuk tabung gas LPG yang dilas dengan acetylene dengan kapasitas 500 liter atau dibawahnya.

Baja untuk SG 225 memiliki persyaratan kekuatan luluh (*yield strain*) sebesar  $255 \text{ N/mm}^2$  (min) dan kekuatan tarik (*ultimate tensile strength*)  $400 \text{ N/mm}^2$  , baja ini biasanya dipergunakan untuk tabung gas kapasitas 12 kg. Sedangkan untuk tabung gas kapasitas 3 kg mempergunakan baja SG 295 dengan persyaratan kekuatan luluh (*yield strain*)  $295 \text{ N/mm}^2$  dan kekuatan tarik (*ultimate tensile strength*)  $420 \text{ N/mm}^2$  (min).



*Gambar 2.6 Gulungan Pelat Baja SG 295 (JIS G 3116)*

Berdasarkan JIS G 3116 baik untuk SG 225 atau SG 295, komposisi yang dipersyaratkan sangat sederhana yaitu

unsur karbon (C) 0,2% maks, ditambah dengan unsur mangan (Mn), silicon (Si), fosfor (P) dan belerang (S). JIS selalu memuat persyaratan komposisi yang sangat sederhana tapi memuat persyaratan tes yang amat ketat dibelakangnya, misalnya pada tes lipat 180 derajat dan tes lainnya. Berdasarkan beberapa tes tersebut maka hanya baja dengan komposisi serta metoda pembuatan tertentu saja yang lulus uji pada JIS G 3116.

Persyaratan yang paling ketat pada pelat baja tersebut yaitu saat proses pembentukan dari pelat menjadi berbentuk setengah bola, baja tersebut tidak boleh mengalami *dynamic age hardening*. Dynamic age hardening yaitu peningkatan kekuatan tarik baja melebihi kekuatan tarik awal setelah jangka waktu tertentu, misalnya setengah tahun atau setahun kemudian. Dynamic age hardening juga bisa terpengaruh akibat temperatur, makin tinggi temperatur maka waktu yang membuat baja mencapai kekuatan tarik baru makin singkat.

Bahaya yang terjadi akibat dynamic age hardening menyebabkan pelat baja mengalami retak membujur, keretakan dapat mulai terlihat dari pinggir setengah tabung terlihat dicetakan atau ketika operator proses pembentukan melemparkan hasil pembentukan ke penampungan. Namun terkadang ada juga retakan yang sangat halus yang tidak terlihat dan berada dipinggir setengah tabung tersebut, sehingga dinyatakan lolos tes dan boleh dijadikan tabung

elptji. Namun pada saat membentuk sebuah tabung maka tabung tersebut akan mengalami masalah didaerah pengelasannya, retak tersebut bisa muncul kapan saja walaupun telah lulus pemilihan yang kemungkinan akan timbul pada saat pemakaian. Pemunculan keretakan bisa dipercepat pada saat transportasi tabung dilemar-lempar dan keretakan inilah yang menyebabkan kebocoran.

PT Krakatau Steel sebagai salah satu pembuatan tabung gas LPG di Indonesia telah memiliki cara untuk mengatasi dynamic age hardening ini. Yaitu dengan mengatur komposisi kimia sedemikian rupa serta menambahkan unsur kimia lain yang tidak disebut didalam JIS G 3116 tapi sangat bermanfaat dalam menghilangkan gejala dynamic age hardening itu. Juga ada cara khusus untuk memproses saat baja masih cair, saat penuangannya serta saat proses penggilingan panas (*hot rolling*).



*Gambar 2.7 Pelat Baja SG 295 yang Telah Dibentuk Setengah Tabung*

## **2.6 Teori Uji Tarik**

Uji tarik adalah pengujian dimana penarikan suatu bahan (dalam hal ini ialah sebuah pelat logam) sampai putus, dan akan mendapatkan sebuah kurva yang menunjukkan hubungan antara gaya tarik dengan perubahan panjang (tegangan dan regangan).

Tegangan teknik :

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots [2.1]$$

Regangan teknik :

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{\Delta L}{l_0} \dots\dots\dots [2.2]$$

Besarnya nilai modulus elastisitas benda yang juga merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proporsional dapat dihitung dengan persamaan (Surdia, 1995) :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots [2.3]$$

Keterangan :

$\sigma$  = Tegangan (MPa)

$F$  = Beban (N)

$A_0$  = Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

$\epsilon$  = Regangan

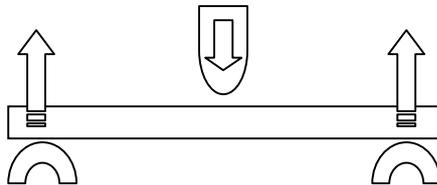
$E$  = Modulus elastisitas tarik (MPa)

$l_0$  = Panjang daerah ukur (mm)

$\Delta L$  = Pertambahan panjang (mm)

## **2.7 Teori Uji Bending/Lengkung Tekan**

Untuk mengetahui kekuatan bending suatu material dapat dilakukan dengan pengujian bending terhadap material tersebut. Kekuatan bending atau kekuatan lengkung adalah tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan.



Gambar 2.8 Skematis Uji Bending/Lengkung Tekan

Pada pengujian bending, bagian atas spesimen akan mengalami tekanan dan spesimen bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Hal ini menyebabkan deformasi lengkungan akibat penekanan, pada material spesimen pelat tabung tidak akan mengalami patahan namun terjadi

pembebanan yang bisa menyebabkan keretakan baik pada daerah sambungan lasan atau antara pelat dan sambungan las.

Untuk mencari tegangan bending dan modulus elastisitas bending yaitu dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Tegangan bending :

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \dots\dots\dots [2.4]$$

Modulus elastisitas bending :

$$E_b = \frac{L^3 P}{4bd^3 \delta} \dots\dots\dots [2.5]$$

Keterangan :

$\sigma_b$  = Tegangan bending (MPa)

$P$  = Beban (N)

$E_b$  = Modulus elastisitas bending (MPa)

$\delta$  = Defleksi (N/mm)

$L$  = Panjang Span/jarak antara titik tumpuan, (mm)

$L_o$  = Panjang spesimen, (mm)

$b$  = Lebar spesimen, (mm)

$d$  = Tebal spesimen, (mm)

## **BAB III**

### **PENGUJIAN SAMBUNGAN LAS PADA TABUNG GAS LPG KAPASITAS 3KG**

#### **3.1 Tujuan Pengujian**

Melakukan pengujian mekanik menurut SNI 1452 : 2007 dengan metode pengujian mekanik pada sambungan las badan tabung dengan cara uji tarik logam (SNI 07-0408-1989) dan cara uji bending/lengkung tekan logam (SNI 07-0410-1989).

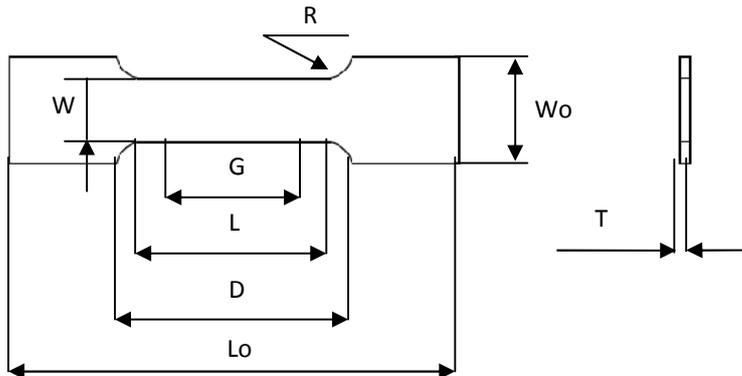
##### **3.1.1 Spesimen dan Dimensi**

Spesimen pengujian yaitu potongan dari pelat sambungan las badan tabung bagian atas dan bagian bawah, pengambilan sample spesimen tabung dilakukan Balai Besar Logam dan Mesin.



Gambar 3.1 Spesimen Untuk Uji Tarik

Dimensi dan bentuk pemotongan spesimen untuk uji tarik pelat logam tabung berdasarkan JIS G 3116 (SG 295).



Gambar 3.2 Spesimen pelat pengujian tarik untuk ketebalan 2,5 mm ± standar SNI 07-0408-1989.

Keterangan:

- W = Width of narrow
- L = Length of narrow
- Wo = Width overall
- Lo = Length overall
- G = Gauge length
- D = Distance between grips
- R = Radius of fillet

Tabel 3.1 Tebal Spesimen Awal

Spesimen Pengujian	Tebal (mm)
I	2,92
II	2,73
Rata-rata	2,82

Tebal rata-rata yang didapatkan dari pelat setelah dilakukan pengukuran yaitu 2,82 mm walaupun diatas dari 2,5 mm masih diperbolehkan karena batas maksimum yang diizinkan tebal pelat 3,0 mm.

Tabel 3.2 Lebar Spesimen Awal

Spesimen Pengujian	Lebar (mm)
I	20,03
II	20,30
Rata-rata	20,16

Lebar rata-rata yang didapatkan dari pelat setelah dilakukan pengukuran yaitu 20,16 mm.

Tabel 3.3 Luas Penampang Awal

Spesimen Pengujian	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )
I	58,48
II	55,42
Rata-rata	56,95

Luas penampang rata-rata yang didapatkan dari hasil pengukuran yaitu 56,95 mm<sup>2</sup>

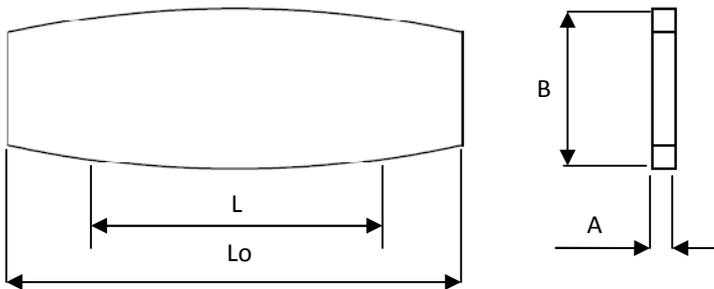
Tabel 3.4 Beban Maksimum

Spesimen Pengujian	Beban Maksimum (kgf)
I	2080
II	2720
Rata-rata	2400

Beban maksimum rata-rata yang didapatkan untuk pelat pengujian didapatkan harga sebesar 2400 kgf.



Gambar 3.3 Spesimen Untuk Uji Bending



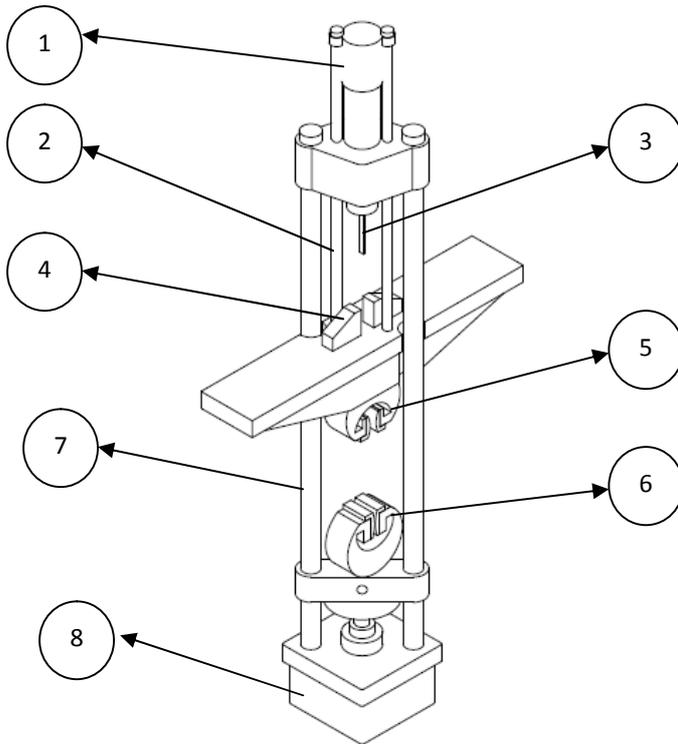
Gambar 3.4 Spesimen pelat pengujian bending dengan ketebalan  $2,5 \text{ mm} \pm$  standar SNI 07-0410-1989.

### **3.1.2 Mesin Uji**

Pengujian mekanik pada sambungan dilakukan dengan uji tarik dan uji bending yang dilaksanakan di Balai Besar Logam dan Mesin dengan menggunakan mesin pengujian buatan Belanda merk MFL Piuf-Und Me Systeme GmbH D-6800 Mannheim kapasitas 200kN (20 Ton/ 50 kgf) tahun produksi 1982.



Gambar 3.5 Mesin Uji Tarik dan Bending  
MFL Piuf-Und Me Systeme GmbH D-6800 Mannheim  
kapasitas 200kN



Gambar 3.6 Skematis Mesin Pengujian

Keterangan :

1. Piston silinder
2. Poros silinder uji bending dan penggerak rahang atas
3. Indentor penekan uji bending
4. Tumpuan spesimen uji bending
5. Rahang atas uji tarik
6. Rahang bawah uji tarik

7. Poros silinder utama
8. Dudukan mesin pengujian

### **3.2 Pengujian Tarik**

Pengujian berdasarkan metoda SNI 07-0408-1989 dengan jumlah spesimen 4 komponen namun yang dilakukan pengujian hanya 2 spesimen :



Gambar 3.7 Pengujian Tarik

Langkah-langkah pengujian tarik pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Siapkan spesimen pengujian tarik dan melakukan pengukuran sebagai data awal spesimen.

- b) Menyalakan mesin pengujian dan mempersiapkan alat ukurnya.
- c) Memasang spesimen pada chuck bagian atas dengan cara dijepitkan lalu mengatur chuck bagian bawah untuk penempatan spesimen dengan tepat, pastikan kedua bagian chuck menjepit dengan kuat.
- d) Jalankan mesin dengan kecepatan penarikan konstan.
- e) Setelah spesimen patah hentikan penarikan dengan mematikan motor mesin secara perlahan.

### **3.3 Pengujian Bending**

Pengujian berdasarkan metoda SNI 07-0410-1989 dengan jumlah spesimen 4 komponen namun yang dilakukan pengujian hanya 2 spesimen :



**Gambar 3.8 Pengujian Bending**

Langkah-langkah pengujian bending pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Siapkan spesimen uji bending dan melakukan pengukuran sebagai data awal spesimen serta membuat titik tumpuan dan titik tengah dengan penandaan garis.
- b) Menyalakan mesin pengujian.
- c) Tempatkan spesimen pada komponen penumpu, pastikan tepat dengan garis tumpuan yang telah dibuat.
- d) Atur indentor tumpuan tepat digaris tengah sampai menyentuh spesimen.
- e) Jalankan mesin dengan kecepatan penekanan konstan.
- f) Matikan mesin secara perlahan setelah spesimen melengkung hingga  $180^\circ$

## BAB IV

### ANALISA PENGUJIAN

#### 4.1 Analisis Pengujian

Pengujian dilakukan pada suhu ruang 25,4°C dengan kelembaban ruangan (RH) 80% dan apabila tidak ada ketentuan khusus kecepatan uji diatur sebagai berikut:

Sebelum mencapai batas ulur, kecepatan uji diatur jangan sampai melebihi dari 1 kgf/mm<sup>2</sup>/s (9,8 N/mm<sup>2</sup>/s).

Perhitungan untuk pengujian sebagai berikut:

1. Penentuan Kuat Tarik

Kekuatan tarik harus diatas 41,0 kg/mm<sup>2</sup>

$$RM = \frac{Fmf}{So} \text{ kg/mm}^2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Ket: Sumber dari SNI 07-0408-1989

2. Penentuan nilai regangan

$$A = \frac{Lu - Lo}{Lo} \times 100\%$$

Ket: Sumber dari SNI 07-0408-1989

3. Penentuan uji bending

Tidak terjadinya keretakan (*no defect*)

Sudut lengkung mencapai 180°

## **4.2 Hasil Pengujian Tarik**

Dari data hasil pengujian tarik didapatkan kekuatan tarik pelat serta waktu patahan pada sambungan las untuk mendapatkan harga kekuatan lasan.

Tabel 4.1 Kuat Tarik ( $\sigma$ )

Spesimen Pengujian	Kuat Tarik $\sigma$ (kg/mm <sup>2</sup> )
I	35,56
II	49,08
Rata-rata	42,32

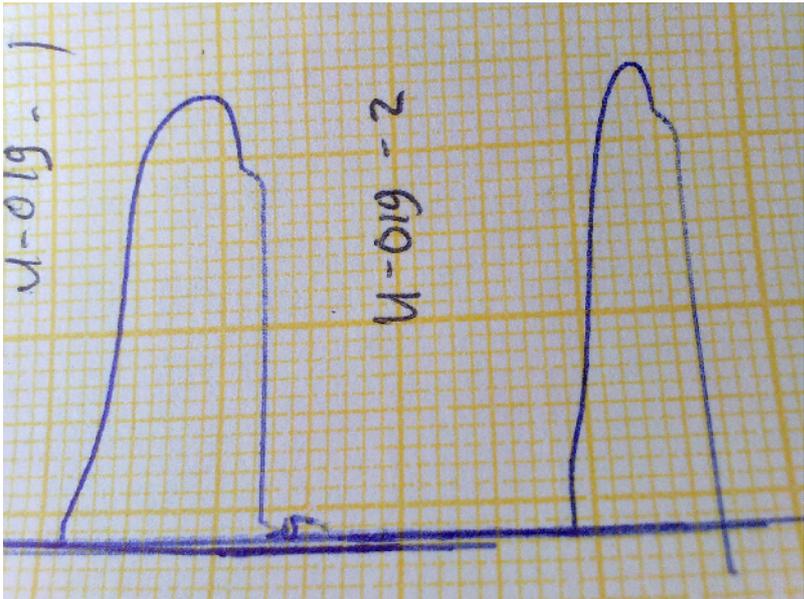
Kekuatan tarik rata-rata pada pelat untuk panjang 20 mm sebesar 42,32 kg/mm<sup>2</sup>. Maka pelat telah lulus uji standar dengan kekuatan tarik lebih dari 41,0 kg/mm<sup>2</sup> yang dianjurkan SNI.

Tabel 4.2 Waktu Patahan

Spesimen Pengujian	Waktu menit/detik
I	1.02
II	2.14
Rata-rata	1.58

Waktu rata-rata patahan yaitu 1.58 menit.

Dari hasil pengujian pula didapatkan grafik antara kekuatan tarik terhadap waktu patahan dari alat pencatat pada mesin pengujian.



Grafik 4.1 Kuat Tarik - Waktu Patahan

Pada spesimen I dengan kekuatan tarik mencapai 55,56 kg/mm<sup>2</sup> dengan waktu patahan 1.02 menit/detik dan spesimen II kekuatan tarik 49,08 kg/mm<sup>2</sup> dengan waktu patahan 2.14 menit/detik, sehingga didapatkan harga rata-rata kekuatan tarik lasan 42,32 kg/mm<sup>2</sup> dengan waktu patahan rata-rata 1.58 menit/detik.

### **4.3 Hasil Pengujian Bending**

Tabel 4.3 Tebal Batang Uji, A

Spesimen Pengujian	Tebal Batang (mm)
I	2,65
II	2,95
Rata-rata	2,8

Tebal rata-rata yang didapatkan dari pelat setelah dilakukan pengukuran yaitu 2,8 mm walaupun diatas dari 2,5 mm masih diperbolehkan karena batas maksimum yang diizinkan tebal pelat 3,0 mm.

Tabel 4.4 Lebar Batang Uji, W

Spesimen Pengujian	Tebal Batang (mm)
I	41,24
II	40,51
Rata-rata	40,87

Tebal W rata-rata yang didapatkan yaitu sebesar 40,87 mm.

Selanjutnya lebar dari duri pelengkung, D sebesar 10 mm dan Jarak lengkung, L 15 mm dengan sudut lengkung mencapai 180°. Sifat tampak pada spesimen I posisi lasan

pelat berada diluar tidak terjadi adanya pengaruh retakan las (*no defect*) dan pada spesimen II posisi lasan pelat berada didalam sama tidak terjadi adanya pengaruh retakan las (*no defect*).

#### **4.2 Photo Makro Hasil Pengujian**

Setelah dilakukan perhitungan maka dapat dilihat pada hasil pengujian yang terjadi pada spesimen:



Gambar 4.1 Spesimen I Pada Pengujian Tarik

Pada spesimen I patahan terjadi pada sambungan las dan ini menyimpulkan bahwa pada sambungan las spesimen I tidaklah sempurna walaupun harga kekuatan tarik sudah berada diatas standar namun tetap saja patahan tidak boleh terjadi pada area sambungan las. Hal ini bisa disebabkan oleh pengaruh logam induk, sifat daerah HAZ (*Heat Affected Zone*), sifat logam las dan sifat-sifat dinamik dari sambungan.



Gambar 4.2 Spesimen II Pada Pengujian Tarik

Pada spesimen II patahan terjadi diantara sambungan las dan pelat tabung dan ini menyimpulkan sambungan las sempurna dengan kekuatan tarik yang baik pula.



Gambar 4.3 Spesimen I dan II Pada Pengujian Bending

Pada pengujian bending spesimen melengkung  $180^\circ$  tanpa adanya retakan (*no defect*). Ini membuktikan sambungan las tangguh serta memiliki kekuatan tekan yang baik.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah melakukan analisis dan perhitungan terhadap data hasil pengujian mengenai sambungan las pada tabung gas kapasitas 3 kg dapat disimpulkan diantaranya :

1. Pada hasil pengelasan setiap tabung yang diproduksi menunjukkan kekuatan tarik rata-rata pada setiap sambungan las sebesar  $42,32 \text{ kg/mm}^2$  dengan rata-rata tebal pelat tabung sebesar 2,82 mm.
2. Pada spesimen I yang menyebabkan patahan di area sambungan las diakibatkan oleh logam induk pelat pada sifat daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) yang bisa disebabkan dari pengelasan yang kurang sempurna.
3. Pada uji lengkung tekan hingga  $180^\circ$  tidak terjadi retakan menunjukkan sambungan las mampu menahan tekanan hidrostatis hingga  $31 \text{ kg/cm}^2$ .
4. Hasil pengelasan badan tabung yang diproduksi seluruhnya diatas rata-rata yang dianjurkan SNI ini merupakan tingkat keamanan bagi masyarakat yang selalu mengkhawatirkan terjadinya ledakan tabung gas kapasitas 3 kg, apa yang terjadi dilapangan

ledakan tabung gas banyak ditimbulkan dari regulator yang bocor bukan dari tabungnya.

## **5.2 Saran**

Setelah melakukan penelitian dan menyimpulkan hasil penelitian maka disarankan :

1. Pada penggunaan tabung gas bisa memperhatikan rawannya sambungan las terhadap benturan pada saat pendistribusiannya yang bisa menimbulkan cacat pada area sambunga las.
2. Penelitian ini bisa diterima untuk bahan perbandingan mengenai tingkat keamanan dan keselamatan bagi masyarakat.
3. Pengujian yang belum menggunakan alat berteknologi baik bisa dilakukan kedepannya agar mendapatkan hasil yang lebih memuaskan.

## DAFTAR PUSTAKA

Harsono, W. Dan Toshie, O., 2010, *Teknologi Pengelasan Logam*, Edisi ke-4 Pradnya Paramita, Ltd.

Hayden, H.W, Moffat, W.G, dan Wulff, J., 1965, “ *The Structure and Properties Material*”, Edisi ke-3, Mechanical Behavior, New York.

Surdia, T, dan Saito S., 1992, “*Pengetahuan Bahan Teknik*”, Edisi ke-3, Pradnaya Paramita, Jakarta.

ASME Section VIII, Division 2, Pressure Vessel Code “*API Exploration & Production Standards Conference On Oilfield Equipment and Materials*”. Ohio USA PA : The Equity Engineering Group, Inc.

SNI 19-1452-2006 Mengenai Tabung Baja LPG

SNI 07-0408-1989 Cara Uji Tarik Logam

SNI 07-0410-1989 Cara Uji Lengkung Tekan Logam

SNI 05-3563-1994 Bejana Tekan 1-A

SNI 07-3018-2006 Baja Lembaran Pelat dan Gulungan Canai Panas Untuk Tabung Gas (Bj TG)

SNI 07-0722-1989 Baja Canai Panas untuk Konstruksi Umum

<http://sisni.bsn.go.id/>

Februari 2011

[http://besibaja.ptgis.com/index.asp?cp=detail\\_sni&id=8](http://besibaja.ptgis.com/index.asp?cp=detail_sni&id=8)

Maret 2011

[www.scribd.com/doc/47699562/LP-011-IDN](http://www.scribd.com/doc/47699562/LP-011-IDN)

Januari 2011

# LAMPIRAN



**A. Tabung Gas LPG Kapasitas 3kg**



**B. Gulungan Pelat Baja SG 295 (JIS G 3116)**



**C. Pelat Baja SG 295 yang Telah Dibentuk Setengah Tabung**



**D. Spesimen Pengujian Tarik**



**E. Spesimen Pengujian Bending**



**F. Mesin Pengujian  
(MFL Piuf-Und Me Systeme GmbH D-6800 Mannheim  
kapasitas 200kN)**



**G. Pengujian Tarik**



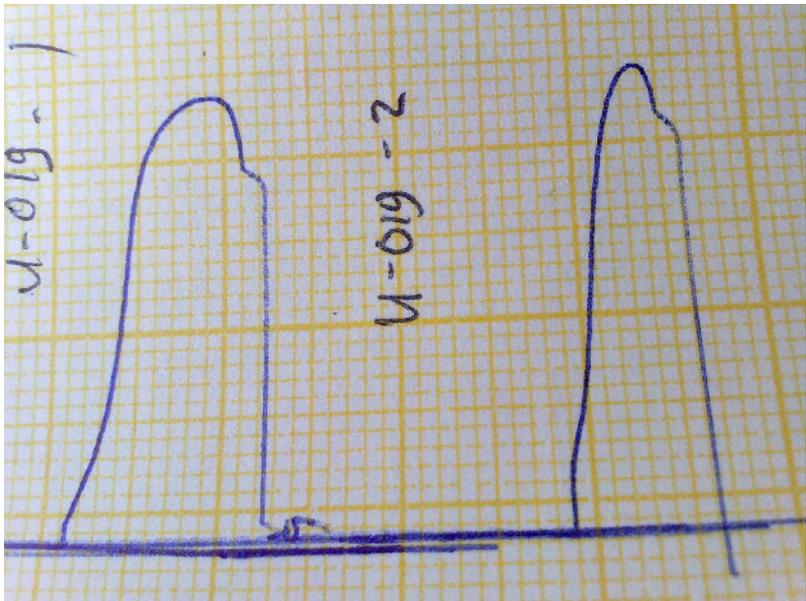
**H. Pengujian Bending**



**I. Hasil Pengujian Tarik**



**J. Hasil Pengujian Bending**



**K. Grafik Hasil Pengujian Tarik**

## L.

## CARA UJI TARIK LOGAM

## 1. RUANG LINGKUP

Standar ini meliputi definisi, simbol-simbol dan cara uji tarik dari logam.

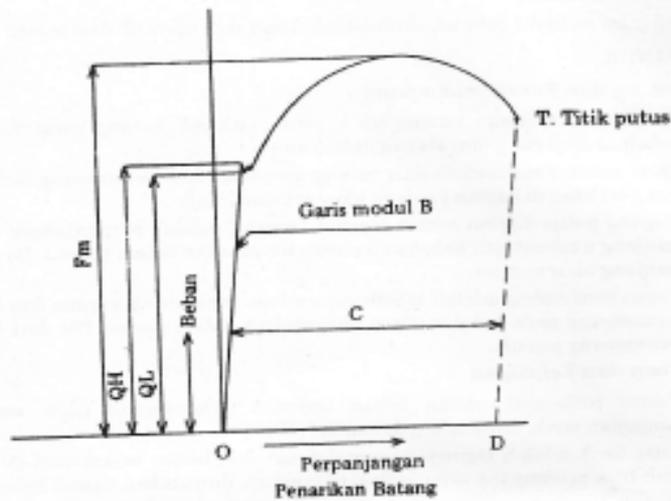
## 2. DEFINISI

## 2.1 Regang dan Susut Penampang

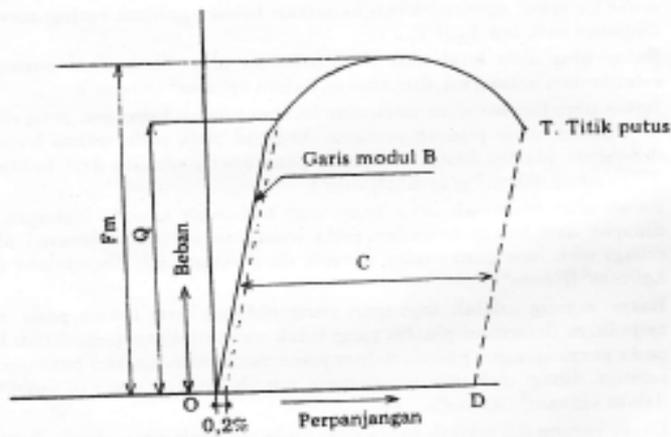
- 2.1.1 Panjang ukur mula batang uji bagian prismatik batang yang diukur sebelum diuji yang dinyatakan dalam mm.
- 2.1.2 Luas penampang semula dari batang uji adalah luas penampang terkecil yang terletak di bagian panjang ukur sebelum diuji.
- 2.1.3 Regang putus disebut secara singkat "regang" adalah perpanjangan dari panjang ukur setelah batang uji putus, dinyatakan dalam persen (%) dari panjang ukur semula.
- 2.1.4 Susut penampang adalah selisih antara luas penampang semula dan luas penampang pada tempat putus, dinyatakan dalam persen (%) dari luas penampang semula.

## 2.2 Beban dan Tegangan

- 2.2.1 Beban maksimal adalah beban terbesar yang terjadi pada waktu pengujian tarik, dinyatakan dalam kgf (N).
- 2.2.2 Kuat tarik adalah tegangan yang didapat dari beban maksimum dibagi oleh luas penampang semula dari batang uji, dinyatakan dalam  $\text{kgf/mm}^2$  ( $\text{N/mm}^2$ ).
- 2.2.3 Beban ulur adalah beban pada waktu terjadi deformasi plastis yang pada seketika tidak menunjukkan kenaikan beban, bahkan sering menurun, dinyatakan dalam kgf (N).
- 2.2.4 Batas ulur atau kuat ulur adalah beban ulur dibagi luas penampang semula dari batang uji, dinyatakan dalam  $\text{kgf/mm}^2$  ( $\text{N/mm}^2$ ).
- 2.2.5 Batas ulur teratas atau kuat ulur teratas adalah tegangan yang didapat dari beban, pada puncak pertama diagram tarik pada waktu terjadinya deformasi plastis dibagi oleh luas penampang semula dari batang uji, dinyatakan dalam  $\text{kgf/mm}^2$  ( $\text{N/mm}^2$ ).
- 2.2.6 Batas ulur terbawah atau kuat ulur terbawah adalah tegangan yang didapat dari beban terendah pada waktu terjadinya deformasi plastis, dibagi oleh luas penampang semula dari batang uji, dinyatakan dalam  $\text{kgf/mm}^2$  ( $\text{N/mm}^2$ ).
- 2.2.7 Batas regang adalah tegangan yang didapat dari beban pada waktu terjadinya deformasi plastis yang tidak menunjukkan penurunan beban pada perpanjangan plastis dalam presentase tertentu dari panjang ukur semula, dibagi oleh luas penampang semula dari batang uji, dinyatakan dalam  $\text{kgf/mm}^2$  ( $\text{N/mm}^2$ ).
- 2.2.8 Batas regang 0,2 adalah batas ulur pada perpanjangan plastis 0,2% dari panjang ukur semula dibagi oleh luas penampang dari batang uji, dinyatakan dalam  $\text{kgf/mm}^2$  ( $\text{N/mm}^2$ ).
- 2.2.9 Modulus elastisitas adalah nilai yang didapat dari tegangan elastis dibagi oleh regang elastis pada tegangan elastis yang bersangkutan.

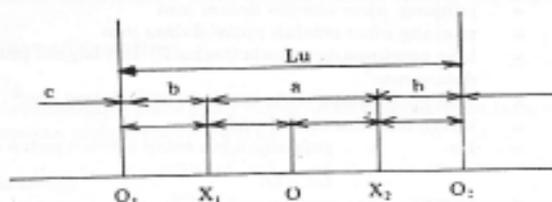


Gambar 1

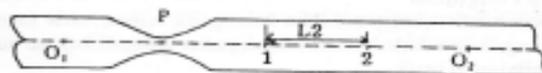


Penarikan Batang

Gambar 2



Gambar 3  
Penentuan Panjang Ukur Setelah Patah



Gambar 4  
Batang Uji Setelah Diuji

Dengan penarikan garis D - T sejajar dengan garis modul B dapat ditentukan secara mendekati perpanjangan C.

Dengan jarak  $0,2 \times C/A$ , di mana A adalah regang, ditarik garis sejajar dengan garis modul B, sehingga memotong garis lengkung diagram tarik dan titik potong ini menentukan batas regang 0,2%.

### 3. SIMBOL - SIMBOL

$L_1$	=	panjang bagian yang prismatis dalam mm
$L_0$	=	panjang ukur semula dalam mm
$L_u$	=	panjang ukur setelah putus dalam mm
$S_0$	=	luas penampang semula (terkecil) dari bagian panjang ukur dalam $\text{mm}^2$
$S_u$	=	luas penampang pada tempat putus dalam $\text{mm}^2$
$F_m$	=	beban maksimum dalam kgf
$L_u$	=	$L_0$ = perpanjangan tetap setelah putus dalam mm
A	=	regang = $\frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100\%$
Z	=	susut penampang = $\frac{S_0 - S_u}{S_0} \times 100\%$
R <sub>m</sub>	=	kuat - tarik = $\frac{F_m}{S_0}$ kgf/mm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )
Q <sub>0,2</sub>	=	beban pada perpanjangan plastis 0,2 dalam kgf (N)
QH	=	beban pada batas ulur teratas kgf (N)
QL	=	beban pada tegangan ulur bawah kgf (N)
ReH	=	Tegangan ulur atas = $\frac{QH}{S_0}$ kgf/mm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )
ReL	=	Tegangan ulur bawah = $\frac{QL}{S_0}$ kgf/mm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )
R <sub>p</sub>	=	Tegangan ulur
R <sub>p 0,2</sub>	=	Tegangan ulur 0,2
E	=	Modulus Elastisitas
S	=	sekon

### 4. CARA UJI

#### 4.1 Prinsip Pengujian

Pengujian terdiri dari penarikan batang uji secara terus menerus dengan gaya yang bertambah besar sampai putus dengan tujuan untuk menentukan nilai-nilai tarik.

#### 4.2 Batang Uji

Bentuk dan ukuran batang uji tarik menurut SNI 07-0371 - 1989, *Batang Uji Tarik untuk Logam*.

#### 4.3 Peralatan

##### 4.3.1 Mesin Uji

Uji tarik dilakukan pada mesin uji tarik. Jalannya pembebanan, beban

maksimum dan beban putus harus dapat dibaca. Mesin uji tarik harus dikalibrasi menurut ketentuan kalibrasi mesin uji yang berlaku dan harus memenuhi syarat sebagai tingkat (grade) tertentu.

Pembacaan beban harus dapat sampai 10% di atas beban maksimum menurut skala penunjuk beban yang dipakai pada mesin uji tarik.

#### 4.3.2 Alat Jepit Batang Uji

Alat jepit Batang Uji harus sedemikian rupa, sehingga waktu pengujian, beban tarik harus segaris lurus dengan sumbu batang uji yang terjepit.

### 4.4 Pelaksanaan Pengujian

#### 4.4.1 Suhu Uji

Uji tarik dilakukan pada suhu ruang. Jika diisyaratkan lain, suhu harus dicantumkan pada laporan hasil uji.

#### 4.4.2 Kecepatan Uji

Apabila tidak ada ketentuan khusus, kecepatan uji diatur sebagai berikut : Sebelum mencapai batas ulur, kecepatan uji diatur jangan lebih dari 1  $\text{kg/mm}^2/\text{s}$  ( $9,8 \text{ N/mm}^2/\text{s}$ ).

### 4.5 Penentuan Nilai-nilai Tarik

#### 4.5.1 Penentuan Kuat Tarik

Kuat tarik :

$$RM = \frac{F_{mf}}{S_0} \quad \text{kg/mm}^2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

#### 4.5.2 Penentuan Batas Ulur

Batas ulur teratas :

$$R_{cH} = \frac{QH}{S_0} \quad \text{kg/mm}^2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Batas ulur terbawah :

$$R_{cL} = \frac{QL}{S_0} \quad \text{kg/mm}^2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

#### 4.5.3 Penentuan Tegangan Ulur 0,2

Tegangan ulur 0,2 (Rp. 0.2) adalah nilai tegangan untuk deformasi plastis sebesar 0,2% LO yang merupakan hasil bagi nilai batas beban ulur

dengan luas penampang mula dengan rumus  $F_0 \text{ Rp. 0,2} = \frac{F_{0,2}}{F_0}$

#### 4.5.4 Penentuan Regang

##### 4.5.4.1 Batang uji sebelum ditarik, bagian antara titik-titik pengukur O<sub>1</sub> dan O<sub>2</sub> dibagi dalam beberapa bagian yang genap dan sama.

4.5.4.2 Penentuan nilai renggang putusnya batang uji pada daerah a, maksimum pada titik  $x_1$  atau  $x_2$  (Gambar 3) adalah sebagai berikut :

- Bagian-bagian batang uji yang telah putus dilekatkan kembali dan diukur jarak antara kedua titik  $O_1$  dan  $O_2$  mendapatkan panjang ukur setelah putus  $L_u$ .
- Regang setelah putus ditentukan sebagai berikut :

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100\%$$

4.5.4.3 Penentuan nilai regang apabila setelah putus batang uji pada daerah b melampaui titik  $x_1$  atau  $x_2$  (gambar 3) adalah sebagai berikut :

- Batang uji setelah diuji sampai putus dilekatkan kembali dan ditentukan titik 1. Jumlah bagian-bagian P -  $O_1$  sama dengan P - 1. Panjang O - 1 disebut  $L_1$  (Gambar 4).
- Apabila jumlah bagian-bagian antara 1 dan  $O_2$  adalah genap, ditentukan titik 2 pada jarak dari titik 1 sebesar  $n/2$  di mana  $n$  adalah jumlah bagian-bagian antara titik 1 dan  $O_2$ .
- Apabila jumlah bagian-bagian antara titik 1 dan  $O_2$  adalah ganjil ditentukan titik 2 pada jarak dari titik 1 sebesar

$$\frac{1/2(n-1) + (n+1)}{2}$$

- Jarak antara titik 1 dan titik 2 disebut  $L_2$  (gambar 4).
- Nilai tegang ditentukan sebagai berikut :

$$A = \frac{L_1 + 2.L_2 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

4.5.4.4 Penentuan Susut Penampang  
Susut penampang di tempat ditentukan putus adalah

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_u} \times 100\%$$

4.5.4.5 Penentuan Modulus Elastisitas  
Modulus Elastisitas adalah :

$$F = \frac{R_m}{A} \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

## M.

SNI 07 - 0410 - 1989

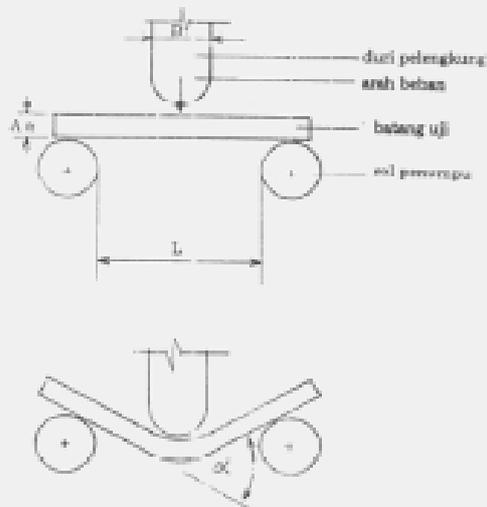
### Cara uji lengkung tekan

#### 1. Ruang lingkup

- 1.1 Standar ini meliputi simbol-simbol dan cara uji lengkung untuk logam.
- 1.2 Uji lengkung tekan ini dilakukan untuk menentukan sifat mampu lengkung logam sesuai dengan syarat bahan yang diuji.

#### 2. Simbol-simbol

- L adalah Jarak lengkung =  $D \cdot \alpha$
- D adalah Tebal dari pelengkung
- A adalah Tebal batang uji
- $\alpha$  adalah Sudut lengkung



Gambar 1  
Pengujian lengkung dengan rol

## 3. Cara uji

### 3.1 Prinsip

Batang uji dengan ditumpu pada jarak tempo tertentu oleh dua buah rol penumpu yang dapat berputar. Kemudian diletakkan di tengahnya dengan dari pelengkung sampai mencapai sudut lengkung tertentu.

### 3.2 Peralatan

3.2.1 Mesin uji harus mampu melengkungkan batang uji secara teratur sampai mencapai sudut lengkung yang ditentukan.

#### 3.2.2 Duri pelengkung

3.2.2.1 Lebar duri pelengkung minimum sama dengan lebar batang uji.

3.2.2.2 Ujung duri pelengkung berbentuk silindris dengan diameter sesuai dengan syarat-syarat bahan yang diuji.

3.2.3 Penumpu terdiri dari dua buah rol baja yang dikeraskan dapat berputar pada sumbu-sumbu, dengan garis tengah minimum 20 mm dan jarak tumpu  $L = D + 3a$ .

Kedudukan sumbu-sumbu rol penumpu dan sumbu silinder ujung duri pelengkung harus sejajar.

### 3.3 Pelaksanaan pengujian

#### 3.3.1 Suhu uji

Uji lengkung dilakukan pada suhu ruang. Jika ternyata disyaratkan lain, suhu uji harus dicantumkan dalam laporan.

#### 3.3.2 Letak batang uji

Batang uji yang dilengkung tekam diletakkan di atas rol-rol penumpu, tegak lurus terhadap rol-rol penumpu, ditambah 3 dimensi.

#### 3.3.3 Sudut lengkung

Jika sudut lengkung tekam harus 180°, pelengkungan di atas rol pelengkung dilakukan sampai 170°, selanjutnya pelengkungan dapat dilanjutkan dengan menekan ke dalam kedua sisi luar batang uji lengkung, yaitu dengan menekan

batang uji di antara dua buah pelat penekan, celah-celahnya diisi dengan pelat penyal dari pelengkung (Gambar 2).



Gambar 2  
Uji lengkung dengan pelat penekan

#### 3.4 Penentuan nilai-nilai uji

Batang uji yang sudah selesai dilengkung tekan ditentukan nilai sifit mampu lengkung benda uji dengan memeriksa sifit tampak dan permukaan batang uji yang mengalami tegangan tarik.