

PROSIDING

Editor :
Rafiuddin Syam, PhD
Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT



SEMINAR NASIONAL KE 3 REKAYASA MATERIAL, SISTEM MANUFAKTUR DAN KONVERSI ENERGI

TEMA :

**TANTANGAN DAN PELUANG REKAYASA MATERIAL, SISTEM MANUFAKTUR DAN
PEMANFAATAN ENERGI TERBARUKAN YANG BERKELANJUTAN DAN RAMAH LINGKUNGAN**

Makassar-Gowa, 16 - 17 November 2016
Kampus Teknik Gowa, Universitas Hasanuddin,
JL. Poros Malino No 72, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia



ISBN 978-979-18011-2-6

2016

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

ISBN : 978-979-18011-2-6

PROSIDING SEMINAR NASIONAL KE 3 REKAYASA MATERIAL, SISTEM MANUFAKTUR DAN KONVERSI ENERGI 2016

TEMA:

**TANTANGAN DAN PELUANG REKAYASA MATERIAL, SISTEM
MANUFAKTUR DAN PEMANFAATAN ENERGI TERBARUKAN YANG
BERKELANJUTAN DAN RAMAH LINGKUNGAN**

Makassar-Gowa, 17-18 November 2016
Kampus Teknik Gowa, Universitas Hasanuddin,
JL. Poros Malino No 72, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia

Editor :
Rafiuddin Syam, PhD
Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT

**Jurusan Mesin Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin**

PROSIDING SEMINAR NASIONAL KE 3 REKAYASA MATERIAL, SISTEM MANUFAKTUR DAN KONVERSI ENERGI 2016

ISBN : 978-979-18011-2-6

©2016 Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Dilarang keras mengutip, menjiplak atau memfotokopi baik sebagian maupun seluruh isi
buku ini serta memperjualbelikannya tanpa mendapat izin tertulis dari Penerbit Departemen Teknik
Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Permintaan dan pertanyaan tentang reproduksi dan
hak kekayaan intelektual dialamatkan ke Rafiuddin Syam,, PhD
email : rafiuddin@unhas.ac.id

Kekayaan intelektual dari setiap jurnal yang ada dalam prosiding ini tetap berada
di tangan penulis seperti yang tercantum pada jurnal tersebut.

Penerbit oleh :
Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jl. P. Kemerdekaan Km 10 Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia
90221 Telp/Fax ; (0411) 586015
Email: teknik@unhas.ac.id

Kata Pengantar

Pertama, kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh peserta yang bersedia mengirim makalah ilmiah hasil penelitian dan ikut dalam Seminar Nasional Rekayasa Material, Sistem Manufaktur dan Energi tahun 2016. Sebagai seminar nasional pertama yang dilakukan oleh Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, kami mengusung tema **TANTANGAN DAN PELUANG REKAYASA MATERIAL, SISTEM MANUFAKTUR DAN PEMANFAATAN ENERGI TERBARUKAN YANG BERKELANJUTAN DAN RAMAH LINGKUNGAN**

Tema ini dipilih mengingat posisi penting Indonesia didunia ini, dimana bangsa Indonesia masih sangat membutuhkan teknologi dalam tiga bidang ini. Untuk itu beberapa langkah yang dilakukan adalah dengan mengadakan percepatan riset dan publikasi dalam bidang tekhnosains meliputi Material, Sistem dan Energi. Ketiga bidang ilmu itu menjadi salah satu bagian yang perlu dipacu untuk menjadi bangsa Indonesia yang maju dalam bidang Teknologi. Selanjutnya hasil riset menjadi asupan yang baik untuk percepatan Industri mulai dari hulu hingga hilir.

Adapun bidang penulisan tidak terbatas pada:

- Rekayasa Material yang meliputi berbagai bidang ilmu, mulai dari Teknik Material, Teknik Mesin, Teknik Geologi, Teknik Pertambangan, Ilmu Kimia, Ilmu Material untuk Infrastruktur dan Gedung.
- Sistem Mekanika yang meliputi Konstruksi Mesin, Sistem Otomotif, Perancangan Sistem, Konstruksi Kapal, Teknik Manufaktur, Sistem Manufaktur, Robotika, Mekatronika, Sistem Transportasi, Teknik Industri.
- Bidang Energi meliputi Energi baru dan terbarukan, konversi Energi, perpindahan panas dan massa, termodinamika, motor pembakaran dalam, motor pembakaran luar, Mekanika dan Dinamika Fluida, Hidrodinamika dan konservasi energy.
- Bidang Pendidikan yang terkait dengan bidang ilmu diatas.

Demikian pengantar ini diharapkan bapak/ibu, sdr(i) dapat mengikuti Seminar dengan baik dan bermanfaat bagi Negara kita Republik Indonesia.

Makassar, 17 November 2016

Hormat kami,

Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT
Ketua Departemen Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

Sambutan Dekan Fakultas Teknik Unhas

Selamat Datang di Kampus II Fakultas Teknik,

Saya mengucapkan terima kasih kepada seluruh pemakalah/peserta The 3 Symposium on Smart Material and Mechatronics dan Seminar Nasional ke 3 Rekayasa Material, Sistem Manufaktur dan Energi 2016.

Kami berharap diskusi, sumbang saran para peserta seminar dapat membantu mempercepat pembangunan Negara ini dalam bidang Rekayasa Material, Sistem Manufaktur dan Energi. Semangat kita untuk membawa bangsa Indonesia menjadi lebih baik, dan melihat kondisi tanah air Indonesia makin lebih baik serta harapan akan pemimpin baru Indonesia, tidak ada jalan lain agar kita harus bahu membahu, bekerja sama dalam membangun bangsa ini.

Impor material yang mengalir sangat deras akibatnya adanya AFTA, system manufaktur yang belum tertata baik serta masalah energy baru dan terbarukan serta sistem distribusi yang kurang tertata baik serta pemanfaatan energy alternatif yang kurang memadai, menjadi alasan kita bertemu pada Symposium Internasional dan Seminar nasional ini. Seperti kita ketahui, masalah material untuk peralatan tempur, kapal selam, peluru kendali membuka peluang agar bangsa Indonesia bisa lebih mandiri bagi peralatan tempur bagi bangsa ini. Selain itu sistem produksi yang masih boros membuat hampir seluruh material di impor bagi bangsa ini, tak lain karena harga produksi yang masih tinggi. Begitupula masalah energi, konsep energy terbarukan dan alternative energi dalam rangka mengantisipasi tingginya harga BBM dunia, kerusakan lingkungan dan menipisnya persediaan BBM dunia.

Mari kita mulai bekerja sama, mari kita mulai membangun jaringan penelitian, mulai dari forum ke forum penelitian, dari jaringan ke komunitas penelitian dimasa yang akan datang.

Sekali lagi terima kasih, Selamat menyampaikan Ide dan Hasil Penelitian yang cemerlang.

Makassar, 17 November 2016
Hormat saya,

Dr.-Ing. Wahyu H. Piarah, MSME
Deakan Fakultas Teknik Unhas

TIM EDITOR
**PROSIDING SEMINAR NASIONAL KE 3 REKAYASA MATERIAL,
SISTEM MANUFAKTUR DAN KONVERSI ENERGI 2016**

Penanggung Jawab : Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT
Pengarah : Dr.-Ing Wahyu H. Piarah

Ketua : Rafiuddin Syam, PhD
Anggota :

Prof.Dr.Ir. Hammada Abbas, MSME
Prof.Dr.Ir. Syamsul Arifin Padjalangi,M.Eng
Prof. Dr.Ir. Effendi Arief, ME
Dr. Ir. H. Nasaruddin Salam, M.T.
Ir. Abdullah Mappaita, MSME
Dr. Ir. Luther Sule, MT
Ir. Baharuddin Mire, MT
Ir. Muh. Yamin, MT
Dr. Ir. Zulkifli Djafar, MT
Dr. Ir. Onny Suryono Sutresman, MT
Ir. Thomas Tjandinegara, MSME
Dr. Ir. Johannes Leonard, DEA
Dr. Ir. Abdul Hay, MT
Ir. Ilyas Jamal, MT
Ir. Baharuddin Mire, MT
Dr.-Ing.Ir. Wahyu Haryadi Piarah, MSME
Ir. Muhammad Noor Umar, MT
Dr. Eng. Andi Erwin Eka Putra, ST., MT
Dr. Ir. Zuryati Djafar, MT
Rafiuddin Syam,ST.,M.Eng,Ph.D
Dr. Ir. H. Nasruddin Azis, M.Si
Ir. Syahrir Arief, MT
Dr. Ir. Ahmad Yusran Aminy, MT
Ir. Mukhtar, MT
Dr.Eng. Jalaluddin, ST.,MT
Ir. Machmud Syam, DEA.
Dr. Lukmanul Hakim Arma., ST.,MT
Dr. Rustan Tarakka, ST., M.T.
Ir. Andi Mangkau,MT
Dr. Hairul Arsyad,ST.,MT
Dr. Fauzan, ST, MT
Dr.Eng. Novriany Amaliyah,ST.MT
Dr. Muhammad Syahid,ST.,MT
Dr. Andi Amijoyo Mochtar,ST.,M.Sc
Azwar Hayat, ST.,M.Sc, Ph.D

Daftar Isi Seminar Nasional Ke 3 Rekayasa Material, Sistem Manufaktur dan Energi 2016

No	Nama Peneliti	J u d u l	Hal
1	Rafiuddin Syam, Onny S Sutresman, Sapta Asmal* dan Amiruddin	Desain Sederhana Roket Sebagai Wahana Tanpa Awak Permukaan	1-8
	Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin rafiuddinsyam@gmail.com Amiruddin_ripers@yahoo.com		
2	Ahmad Zambarkah S S ^[1] , Nur Sultan Salahuddin ^[2] , TriniSaptariani ^[3]	Alat Pembaca Gerakan Lengan Menggunakan Accelerometer Dan Gyroscope Untuk Menggerakkan Robot Lengan	9-14
	Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma Ahmad.zambarkah@gmail.com ^[1] , nur_sultan_s@yahoo.com ^[2] , tsaptariani@hotmail.com ^[3]		
3	Bukti Tarigan, Ir.,MT. Agus Sentana, Ir.,MT	Karakterisasi material bantalan Luncur dalam rangka pembuatan Dan peningkatan kualitas Komponen mesin komponen mesin	15-24
	Teknik Mesin Universitas Pasundan, Bandung bukti.tarigan@yahoo.com		
4	Chaidir Anwar ¹ , Chistoforus Yohannes ² , Faizal Arya Samman ³	Perancangan Mesin Bor PCB Skala Lab berbasis Mikrokontroler	25-30
	Universitas Hasanuddin Makassar, Indonesia chaidiranwar01@gmail.com christ.mitra@gmail.com faizalas@unhas.ac.id		
5	Hery Sonawan, Riki ¹⁾	Pengoptimalan Kecepatan Putar Nosel pada Proses <i>Flashing Purification</i> yang Menggunakan Nosel Berputar	31-34
	Fakultas Teknik – Universitas Bandung, Indonesia hsonawan@ymail.com		
6	Kennedy, Khairil Anwar, Moch. Briand Anggara	Pengaruh Laju Aliran Fluida <i>Liquid-Cooled Heat Sink</i> Terhadap Unjuk Kerja Sistim Pendingin Termoelektrik	35-40
	Universitas Tadulako Palu, Indonesia kennedy@untad.ac.id edymarsan@gmail.com		

Session 1B

8	Rifan Arfandy ¹⁾ , Effendy Arif ²⁾ , Jalaluddin ^{3*)}	Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Rumahan	Lecture Theatre 4, Lantai 3	Paper 8
	Universitas Hasanuddin, Tamalanrea Makassar, Indonesia, jalaluddin_had@yahoo.com			
9	Faizal Arya Samman ¹ , Rhiza S. Sadjad ² , Andy Lukman Affandy ³ , Justiadi ⁴	Konverter DC/DC Tipe Buck untuk Saluran DC pada Suplai Daya Listrik Berbasis Energi Terbarukan	Lecture Theatre 4, Lantai 3	Paper 9
	Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin faizalas@unhas.ac.id rhiza@unhas.ac.id			
10	Obet Ranteallo, H.Abbas ¹⁾ , O.Sutresma ²⁾ , A.Y.Aminy ³⁾	Hubungan Mikrostruktur, Komposisi Kimia Terhadap Kekerasan Pahat Sisipan Lapis TiO ₂ Dan Al ₂ O ₃ -TiO ₂	Lecture Theatre 4, Lantai 3	Paper 10
	Universitas Hasanuddin Makassar, takke.ranteallo@gmail.com , ahmadyusrana@yahoo.co.id			
11	Yafet Bontong Nitha	Perilaku Sifat Mekanis Baja Karbon Rendah Akibat Pack Carburizing Dengan Media Arang Tulang Kerbau	Lecture Theatre 4, Lantai 3	Paper 11
	Universitas Hasanuddin Makassar, Indonesia nithamaska@yahoo.com			
12	Bukti Tarigan, Ir.,MT. Agus Sentana, Ir.,MT	Analisa hasil pengelasan tabung Lpg dan permasalahannya	Lecture Theatre 4, Lantai 3	Paper 12
	Teknik Mesin Universitas Pasundan, Bandung bukti.tarigan@yahoo.com			
13	Zulkifli Djafar ¹ , Hammada Abbas ² , Massriyady Massaguni ³	Komposit Berpenguat Serat Kulit Batang Waru (<i>Hibiscus Tiliaceus</i>) dengan <i>Epoxy Resin</i> : Kekuatan Tarik	Lecture Theatre 4, Lantai 3	Paper 13
	Universitas Hasanuddin Makassar, Indonesia			
14	Muhammad Nurdin, S.T., M.Si., M.T, Muhammad Chaerul Rijal, S.T., M.T	Proteksi kendaraan bermotor Berbasis telepon seluler	Lecture Theatre 4, Lantai 3	Paper 14
	Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang E-mail : adya.athifa@gmail.com			

Session II A

15	Frans Robert Bethony Nitha	Perlakuan anyaman strip bambu petung sebagai penguat resin epoxy terhadap sifat mekanik komposit	Lecture Theatre 2, Lantai 2	Paper 15
	Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. fransbethoni@yahoo.co.id			

23	Randis ¹⁾ , Zulkifli ²⁾ , Hadi Hermansyah	Hubungan kadar Si pada pelumas engine terhadap keausan Fe, Al, Cu, Pb dan Cr dengan metode <i>analisis product moment</i>	122-128
	Program Studi Alat Berat - Politeknik Negeri Balikpapan randis@poltekba.ac.id , zulkifli@poltekba.ac.id hadi.hermansyah@poltekba.ac.id		
24	Johannes Leonard ⁽¹⁾ , Hairul Arsyad ⁽²⁾ , Trisbenheiser ⁽³⁾	Perubahan Kekerasan Dan Keausan Permukaan Baja St 40 Yang Telah Mengalami Proses <i>Nitriding</i> Dengan Variasi Suhu Dan Waktu	129-131
	Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin johannesleonard55@yahoo.com arsyadhairul@yahoo.com hilank_achog@yahoo.co.id		
25	Rafiuddin Syam, Amiruddin	Desain Sistem Rotari Smart Green House untuk Tanaman Produktif	132-136
	Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin rafiuddinsyam@gmail.com Amiruddin_ripers@yahoo.com		
26	Zulkifli Djafar ¹⁾ , Zuryati Djafar, Ilyas Jamal ³⁾ , Muhammad Yamin ⁴⁾	Pengaruh Jenis Tenunan Rami Pada Komposit Terhadap Sifat Kekuatan Mekanis	137-142
	Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin zulkiflidjafar65@gmail.com		
27	Nasaruddin Salam ^(1a) , Rustan Tarakka ^(1b) , Jalaluddin ^(1c)	Reduksi Tahanan Aliran Fluida Melintasi Silinder Persegi Tersusun Tandem Dengan Penambahan <i>Inlet Disturbance Body</i> (IDB)	143-147
	Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin nassalam.unhas@yahoo.co.id rustan_tarakka@yahoo.com		
✓ 28	Agus Sentana ¹⁾ , dan Bukti Tarigan ²⁾	Rancang Bangun Mesin/Alat Pemasang <i>Gallon Water Dispenser</i> Untuk Kebutuhan Masyarakat	149-154
	Teknik Mesin Universitas Pasundan (Unpas) Bandung agssent@gmail.com tarigan@yahoo.com		
29	Luther Sule	Perilaku aliran air terhadap kinerja roda air arus bawah untuk pembangkit listrik skala pikohidro	155-163
	Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin Luther.sule@yahoo.co.id		

ANALISA HASIL PENGELASAN TABUNG LPG DAN PERMASALAHANNYA

Bukti Tarigan, Ir.,MT.
Prodi Teknik Mesin Universitas Pasundan, Bandung
E-Mail : bukti.tarigan@yahoo.com

Agus Sentana, Ir., M.T.
Prodi Teknik Mesin Universitas Pasundan, Bandung

Abstrak : Tabung LPG yang banyak ditemukan dipasaran adalah dibuat dengan menggunakan material pelat baja karbon rol panas dan dengan proses penyambungannya menggunakan metode pengelasan (Welding). Fungsi utama dari tabung tersebut adalah menyimpan gas LPG (*Liquified Petroleum Gas*) dengan kapasitas pengisian 3 kg – 50 kg, yang mempunyai kekuatan dan keamanan. Tabung baja LPG dengan kapasitas 3 kg–15 kg bentuk struktur atau konstruksinya adalah 2 bagian (*two pieces*), sedangkan tabung dengan kapasitas lebih dari 15 kg sampai 50 kg dengan bentuk struktur 3 bagian (*three pieces*).

Setiap komponen memiliki proses pembuatan yang berbeda. Bagian-bagian tersebut kemudian dilakukan proses penggabungan (*assembly*) melalui proses pengelasan. Namun, permasalahan timbul seperti kurangnya kontrol kualitas terhadap tabung yang mengalami kerusakan (*failure*) seperti bocor (*leak*) dan meledak (*burst*) didalam kasus penggunaannya di lapangan serta permasalahan lain yang belum diketahui pasti penyebabnya.

Dalam penelitian ini akan dibahas mengenai jenis-jenis material, proses pengerjaan proses penyambungan dan analisa kerusakan atau prediksi penyebab kebocoran ataupun ledakan dalam kaitannya dengan sambungan las menggunakan metoda pengujian merusak (*destructive test*) meliputi pengujian tarik, pengujian kekerasan, dan pengamatan metalografi untuk memeriksa hasil sambungan las. Dari penelitian dihasilkan material yang digunakan adalah baja karbon rendah (Low Carbon Steel) dan adanya cacat las seperti penetrasi kurang (*incomplete penetration*) yang sember terjadinya retak (*crack*).

Kata Kunci : LPG, Pengelasan, kerusakan

PENDAHULUAN

Tabung gas LPG (*Liquified Petroleum Gas*) saat ini telah banyak digunakan pada kalangan masyarakat. Dalam pembuatannya, tabung LPG dilakukan dalam berbagai proses, bagian-bagian tersebut kemudian dilakukan proses penggabungan (*assembly*) melalui proses pengelasan. Bagian badan tabung disambung menggunakan profil las cincin (*welded circumferential joint*) dengan menggunakan sistem tumpang (*joggle offset*) sedangkan bagian cincin leher menggunakan profil las sudut (*fillet weld*) serta sama halnya dengan pegangan tangan dan cincin kaki. Namun, permasalahan timbul seperti kurangnya kontrol kualitas terhadap tabung yang mengalami kerusakan (*failure*) seperti bocor (*leak*) dan meledak (*burst*) didalam kasus penggunaannya di lapangan serta permasalahan lain yang belum diketahui pasti penyebabnya.

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang ingin penulis ajukan adalah bagaimana memeriksa hasil pengelasan pada daerah daerah badan tabung dan cincin leher menggunakan metoda pengujian merusak (*destructive test*), analisis dibatasi dalam lingkup :

- Pengujian Tarik, uji Kekerasan dan mengamatan metalografi pada sambungan las badan tabung dan sambungan las cincin leher.

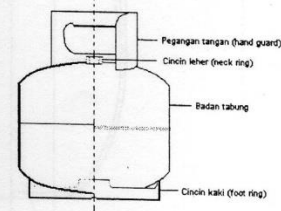
Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah

- Analisa sifat mekanik sambungan las meliputi uji tarik pada badan tabung, uji kekerasan pada cincin leher dan badan tabung, dan pengamatan metalografi pada sambungan las cincin leher dan badan tabung.
- Mengetahui bahwa tabung gas yang diteliti layak atau tidak digunakan dari segi sifat dan sambungan las

Tabung Baja LPG dibuat menggunakan pelat baja karbon rol panas serta berfungsi menyimpan gas LPG (*Liquified Petroleum Gas*) dengan kapasitas pengisian 3 kg - 50 kg.

Tabung 3 kg LPG dengan konstruksi tabung terdiri dari :

- [1] Badan tabung yang terdiri dari bagian atas dan bawah (*top & bottom*) cincin leher (*neck ring*)
- [2] Pegangan tangan (*hand guard*)
- [3] Cincin kaki (*foot ring*)



GAMBAR 1.

Skematis konstruksi bagian-bagian tabung untuk bentuk dua bagian (*two pieces*) [1]. (SNI 1452-2007).

Material untuk badan tabung sesuai dengan SNI 07-3018-2006, baja lembaran pelat dan gulungan canai

TABEL I.1
Komposisi Kimia Material Baja Karbon JIS G 3116.
(JIS 1995)[3].

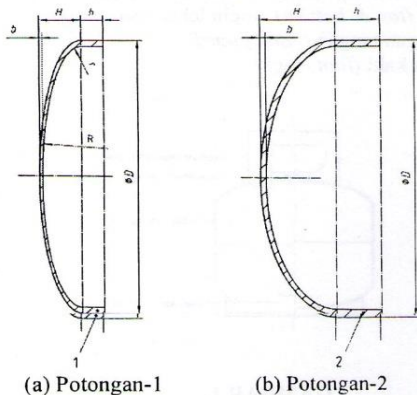
Symbol	Chemical Composition (%)				
	C	Si	Mn	P	S
SG 225	0.20 max.	-	0.30 min.	0.040 max.	0.040 max.
SG 295	0.20 max.	0.35 max.	1.00 max.	0.040 max.	0.040 max.
SG 325	0.20 max.	0.35 max.	1.50 max.	0.040 max.	0.040 max.
SG 365	0.20 max.	0.55 max.	1.50 max.	0.040 max.	0.040 max.

Material untuk cincin leher sesuai dengan JIS G 4051 kelas S17C sampai dengan S45C yang mana kebanyakan digunakan untuk baja struktur.

Material untuk cincin kaki dan pegangan tangan sesuai dengan SNI 07-0722-1989, baja canai panas untuk konstruksi umum, JIS G 3101 kelas SS400 atau sesuai dengan material untuk badan tabung yang bersangkutan.

Bentuk Lengkung dari Badan Tabung

Badan tabung bagian atas dan bawah berbentuk ellipsoidal atau torispherical. Bentuk ellipsoidal memiliki rasio maksimal 2 : 1 terhadap diameter dalam dari tabung. Contoh, ketinggian internal lengkungan adalah 25 % dari diameter dalam dari tabung. Penyimpangan bentuk yang diukur tegak lurus dari permukaan hasil proses pembentukan (*press*) terhadap pola sistem ellipsoidal tidak boleh melebihi 1,25 % dari diameter luar badan tabung.



GAMBAR 2

Skematis bentuk badan tabung (a) Torispherical, (b) Ellipsoidal. (ISO 22991-2004) [2].

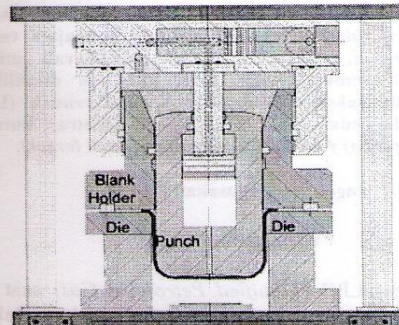
Proses pembuatan tabung

Setiap bagian dari tabung gas dibuat dengan cara yang berbeda, yang meliputi Blanking, Deep Drawing, trimming, Neck Ring Blanking, Neck Ring Welding, Hand Guard Welding, Circum Welding, Leak panas untuk tabung gas (Bj TG) atau JIS G 3116, kelas SG 26 (SG 255), SG 30 (SG 295).

Test 1, Annealing, Hidro Test, Shot Blasting, Painting, Touch-up (around necking), Vacuming, Valve Assemblying, Leak Test 2, Stamping (number serial), Printing (Finished Product). Dari aliran proses pembuatan tabung tersebut dapat dilihat pengujian tidak merusak pada Leak Test 1 dengan tekanan 6Bar, hidro test dengan tekanan 31 kg/cm² dan Leak test 2 dengan tekanan 18 kg/cm². Untuk pembuatan tabung bagian atas dan bagian bawah digunakan proses Deep Drawing

Defenisi dari *deep drawing* atau biasa disebut *drawing* adalah salah satu jenis proses pembentukan logam, dimana bentuk pada umumnya berupa silinder dan selalu mempunyai kedalaman tertentu.

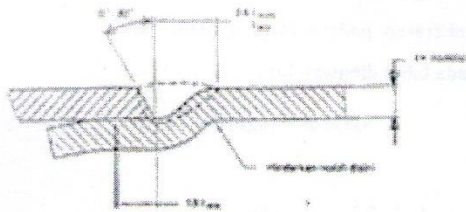
Proses drawing dilakukan dengan menekan material benda kerja yang berupa lembaran logam yang disebut dengan blank sehingga terjadi peregangan mengikuti bentuk dies, bentuk akhir ditentukan oleh punch sebagai penekan dan die sebagai penahan benda kerja saat di tekan oleh punch



GAMBAR 3.

Skematis proses *deep drawing*. (www.thefabricator.com)[15].

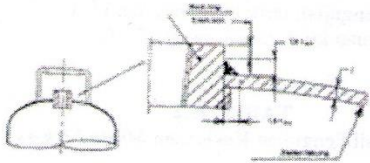
Penyambungan badan tabung bagian atas dan bawah menggunakan profil las cincin (*welded circumferential joint*) dengan sistem tumpang (*joggle offset*) pada komponen bagian bawah sesuai dengan gambar dibawah ini. Proses pengelasan yang dipakai adalah *Submerged Arc Welding (SAW)*.



GAMBAR 4

Bentuk profil las cincin (*welded circumferential joint*) pada sambungan las badan tabung. (SNI 1452-2007) [1].

Pengelasan cincin leher dilakukan menggunakan proses las busur logam gas (*Gas Metal Arc Welding*) dan lebar las minimum adalah 1,5 x tebal pelat badan sesuai dengan gambar dibawah ini.



GAMBAR 5.

Bentuk profil pada sambungan las cincin leher dan badan tabung. (SNI 1452-2007).

Penyambungan pegangan tangan dan cincin kaki dengan badan tabung, dilakukan dengan menggunakan proses las busur berpelindung (*shielded metal arc welding*) dengan bentuk las sudut (*fillet weld*).

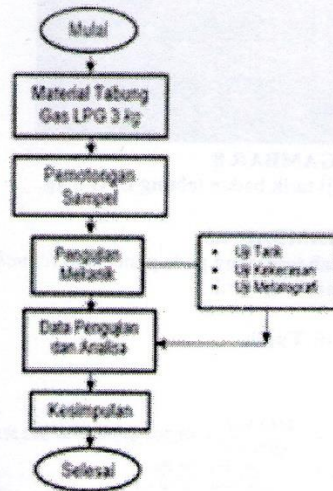
Pada proses pengelasan ini, logam induk mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik yang ada dibangkitkan dari suatu mesin las.

Elektroda yang dipakai berupa kawat yang dibungkus oleh pelindung berupa fluks dan karena itu elektroda las kadang-kadang disebut kawat las. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama-sama dengan logam induk yang menjadi bagian kumpuh las. Dengan adanya pencairan ini maka kumpuh las akan terisi oleh logam cair yang berasal dari elektroda dan logam induk.

METODE PENELITIAN

Pengambilan tabung LPJ 3 kg dilakukan secara acak di sub pengecer atau penjual tabung diambil sebagai bahan penelitian.

TABLE I. Diagram Alir Penelitian

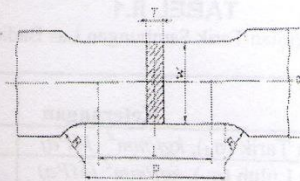


Gambar 2.1
Diagram alir penelitian

Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kemampuan material terhadap beban tarik. Pada uji tarik material diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah besar secara kontinu, bersamaan dengan itu

Tujuan dari adanya pengujian tarik adalah untuk mengetahui ketahanan material terhadap beban tarik. Pembuatan spesimen uji tarik mengacu pada standar JIS Z 2201 yang mempunyai dimensi referensi sebagai berikut :

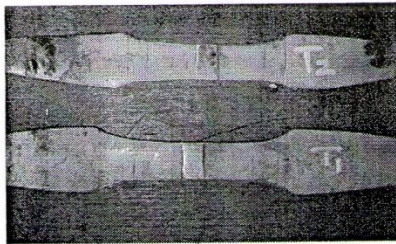


Unit: mm

Width	Gauge length	Parallel length	Radius of fillet	Thickness
<i>W</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>T</i>
25	50	60 approx.	15 min.	Thickness of material

GAMBAR 7

Spesimen uji tarik menurut JIS Z 2201. (JIS 1701)[2].



GAMBAR 8

Contoh spesimen uji tarik badan tabung LPG 3 kg.

GAMBAR 4.3

Posisi spesimen yang telah terpasang pada pencekam (*chuck*) mesin uji tarik.

Perhitungan Pengujian Tarik
Pengujian ke-1 :

$$\begin{aligned} &= \frac{3410 \text{ kgf}}{59,52 \text{ mm}^2} = 57,29 \text{ kgf/mm}^2 = 562 \text{ MPa} \\ \text{Kekuatan Luluh } (\sigma_y) &= \frac{\text{Beban Luluh } (F_y)}{\text{Luas Penampang } (A_0)} \\ &= \frac{2850 \text{ kgf}}{59,52 \text{ mm}^2} = 47,88 \text{ kgf/mm}^2 = 469 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\text{Perpanjangan } (e) = \frac{\Delta L}{L} = \frac{L_f - L_0}{L_0}$$

$$= \frac{64 \text{ mm} - 54 \text{ mm}}{54 \text{ mm}} = 0,18 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Reduksi Penampang } (q) &= \frac{A_0 - A_f}{A_0} \\ &= \frac{59,52 - 45,20}{59,52} \times 100 \% = 24 \% \end{aligned}$$

TABEL II.1

Data Hasil Pengujian Tarik Sambungan Las Badan Tabung*

No	Keterangan	Harga rata-rata
1	Kekuatan Tarik (σ_u), kgf/mm^2 (MPa)	55,39 (543)
2	Kekuatan Luluh (σ_y), kgf/mm^2 (MPa)	46,14 (452)
3	Perpanjangan (e), mm	17 %
4	Reduksi Penampang (q), %	29

* Data diperoleh dari hasil rata-rata pengujian

Pengujian Kekerasan

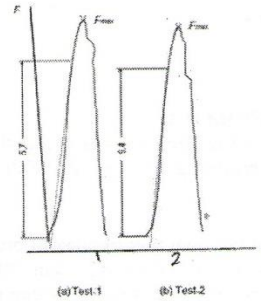
Untuk mengetahui harga kekerasan suatu material, merupakan tujuan dari adanya pengujian kekerasan. Pada pengujian ini, dipilih menggunakan metoda *micro Vickers* guna mengetahui kekerasan fasa.

Pengujian dilakukan dibeberapa titik, yaitu pada daerah logam las (*weld metal*), HAZ (*heat affected*

zone), dan logam induk (*base metal*).

Harga kekerasan pada saat pengujian, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Grafik Pengujian Tarik



GAMBAR 9.

Grafik hasil pengujian tarik (a) Pengujian ke-1, (b) Pengujian ke-2. (Skala grafik 3 : 1)

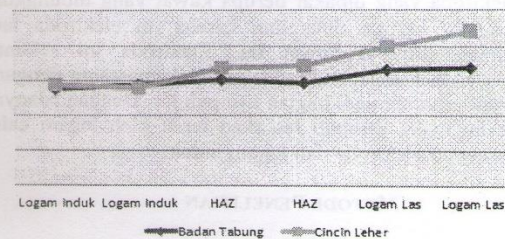
TABEL II.2

Data Hasil Pengujian Kekerasan *Micro Vickers*

Lokasi	Harga Kekerasan	
	Cincin Leher	Badan Tabung
Logam Induk	139 – 144	138 – 144
HAZ	169 – 171	146 – 151
Logam las	200 – 221	166 – 169

Grafik Harga Kekerasan Beberapa Lokasi Pengujian

GRAFIK HARGA KEKERASAN MICRO VICKERS (VHN)
HV : 0,2 kgf



GAMBAR 10

Grafik harga kekerasan sambungan las badan tabung vs sambungan las cincin leher.

Metalografi

Pengamatan metalografi makro dan mikro ini bertujuan untuk mengetahui cacat lasan, fasa-fasa pada proses pengelasan serta mengetahui sifat mekanik dan sifat fisik material. Adapun urutan proses pengerjaan dari pengamatan metalografi adalah sebagai berikut :Pemotongan, pembuatan bingkai (Mounting), Penghamplasan, pemolesan, pengetsaan (etching), pengamatan dengan mikroskop optic dan pengambilan gambar mako dan mikro.

Data Struktur Makro

Posisi	Jenis Cacat	Keterangan	VHN (kg/mm^2)*
Logam Induk	-	-	141
HAZ	-	-	170
Logam Las	Incomplete Penetration	Lokasi pada sambungan las	210

Struktur Makro Sambungan Las

Badan Tabung

Posisi	Jenis Cacat	Keterangan	VHN (kg/mm^2)*
Logam Induk	-	-	141
HAZ	-	-	148
Logam Las	Incomplete Penetration	Lokasi pada sambungan las	167

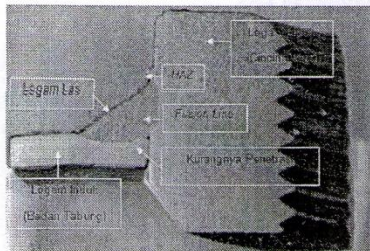
- Data didapatkan dari hasil rata-rata pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Makro Sambungan Las Cincin Leher

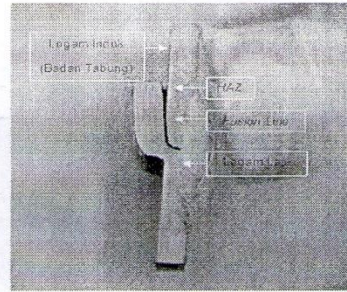
Hasil dari pengamatan struktur makro pada sambungan las cincin leher terdapat diskontinu yaitu berupa kurangnya penetrasi pada sambungan las (*incomplete penetration*). Penyebab terjadinya jenis

Pengamatan Struktur Makro



GAMBAR 11

Struktur makro pada sambungan las cincin leher dan badan tabung



GAMBAR 12

Struktur makro pada sambungan las badan tabung.

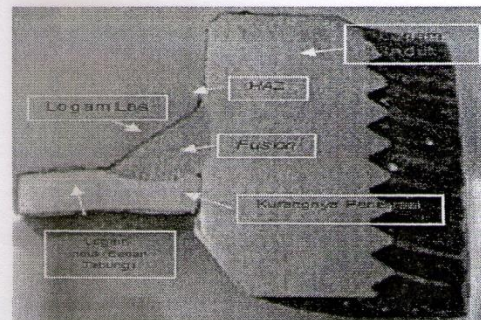
Diskontinu ini adalah ketika kedalaman penetrasi didalam sebuah sambungan tidak tercapai. Dalam mencegah jenis diskontinu ini adalah dengan meningkatkan masukan panas yang tepat, mengurangi kecepatan pengelasan, memastikan bahwa jenis sambungan telah pas, serta mengubah desain sambungan

Struktur Makro Sambungan Las Badan Tabung

Hasil dari pengamatan struktur makro pada sambungan las badan tabung terlihat daerah pengaruh panas (HAZ) yang luas pada logam induk, yang selanjutnya akan dilanjutkan melalui pengamatan struktur mikro pada sambungan las beserta pengaruh-pengaruh yang disebabkan oleh proses pengelasan.

Pengamatan Struktur Mikro Sambungan Las Cincin Leher

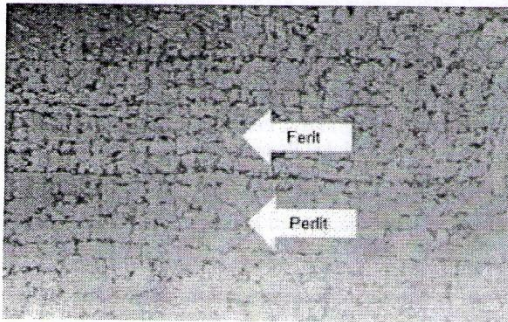
a. Daerah Logam Induk



GAMBAR 19

Struktur mikro pada sambungan las cincin leher dan badan tabung. terlihat kurangnya penetrasi (*incomplete penetration*) pada sambungan las (100x). *Etsa nital 2%*.

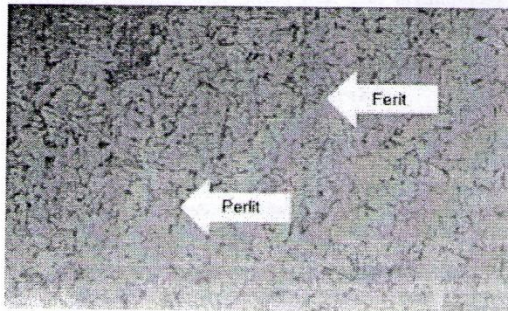
4.1.3.5 Pengamatan Mikro Sambungan Las Badan Tabung a. Daerah Logam Induk



GAMBAR 20

Struktur makro pada badan tabung.

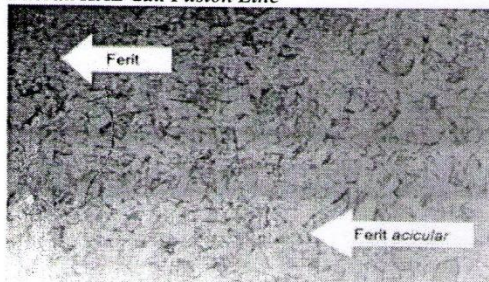
b. Daerah Heat Affected Zone (HAZ)



GAMBAR 21.

Struktur mikro pada logam induk badan tabung, terlihat fasa α ferit dan perlit pada batas butir, serta perubahan orientasi butir diakibatkan oleh pengaruh panas pada saat proses pengelasan (500x). *Etsa nital 2%*.

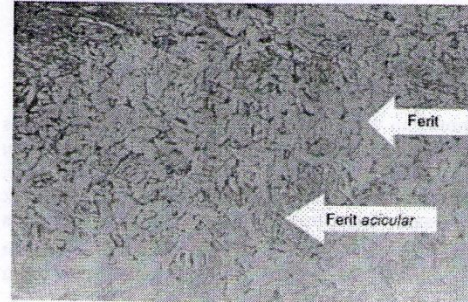
c. Daerah HAZ dan Fusion Line



GAMBAR 22.

Struktur mikro pada daerah HAZ dan *fusion line*, terlihat fasa ferit kasar dan ferit *acicular* (500x). *Etsa nital 2%*.

d. Daerah Logam Las



GAMBAR 23

Struktur mikro pada daerah logam las, terlihat fasa ferit kasar dan ferit *acicular* pada logam las (500x). *Etsa nital 2%*.

Metoda Kuantitatif

Analisa baja dengan metoda kuantitatif dihasilkan kadar karbon pada logam induk cincin leher adalah 0,16% C. sedangkan pada logam induk badan tabung 0,15% C termasuk ke dalam kelompok baja karbon rendah.

Prediksi Kadar Karbon pada Logam Induk Cincin Leher



GAMBAR 24

Metoda kuantitatif pada logam induk cincin leher.

Jadi, kandungan karbon yang terkandung pada logam induk cincin leher adalah 0,16% C. Dengan dengan metode yang sama dihasilkan kadar karbon yang terkandung pada logam induk badan tabung adalah 0,15%

Struktur Makro Sambungan Las Cincin Leher

Berdasarkan hasil pengamatan metalografi, pada struktur makro sambungan las cincin leher : terlihat adanya kurang penetrasi (*incomplete penetration*) pada daerah sambungan yang disebabkan salah satunya kurangnya masukan panas, serta desain sambungan yang kurang tepat. Diskontinu ini dapat diatasi dengan cara meningkatkan masukan panas, mengurangi kecepatan pada saat pengelasan, serta mengubah

jenis sambungan, Gambar 12. cacat las penetrasi kurang (incomplete) di cincin leher maupun di badan tabung, yang dapat menakibatkan sumber retak dan pecah Sambungan las badan tabung : terlihat daerah HAZ yang sangat luas, hal ini disebabkan karena masukan panas yang cukup tinggi, Gambar 2.13.

Berdasarkan hasil pengamatan metalografi, struktur mikro, Gambar 14 - 23

- Sambungan las cincin leher : pada sambungan las terbentuk fasa ferit *acicular* dan ferit *widmanstatten* yang lebih dominan, serta ferit batas butir. Pembentukan ferit batas butir pertama kali terbentuk pada saat transformasi dari austenit-ferit pada temperatur 1000-650°C. Pengaruh dari masukan panas yang besar dapat memperlambat waktu pendinginan sehingga terbentuk fasa ferit *acicular*. Ferit *acicular* mempunyai bentuk orientasi yang acak, sehingga dapat menghambat terjadinya rambatan retak didalam struktur las. Selain itu dapat diprediksi pada saat proses pengelasan menggunakan masukan panas yang besar, tetapi mengalami pendinginan yang relatif cepat karena pengaruh udara sehingga membentuk fasa ferit *widmanstatten*. Ferit *widmanstatten* mempunyai ukuran besar dengan orientasi arah yang hampir sama sehingga memudahkan terjadinya perambatan retak.
 - Sambungan las badan tabung : pada daerah ini, terlihat pengaruh panas yang sangat besar, hal ini dapat dilihat dari perubahan struktur dan orientasi butir mulai dari logam induk menuju daerah HAZ, hingga daerah lasan. Pada daerah logam las terbentuk fasa ferit *acicular* yang lebih dominan, hal ini disebabkan masukan panas yang besar sehingga memperlambat waktu pendinginan seperti terlihat pada diagram CCT (*Continuous Cooling Transformation*). Dengan meningkatnya kandungan ferit *acicular*, dapat meningkatkan nilai ketangguhan pada sambungan las. Pada daerah lasan juga terbentuk fasa ferit *widmanstatten*, namun tidak terlalu dominan seperti halnya pada sambungan las cincin leher.
- Dari hasil seluruh pengamatan metalografi baik secara makro ataupun mikro diperoleh :
- Pada sambungan las cincin leher terdapat kurangnya peleburan (*incomplete penetration*). Kenyataan ini dapat dilihat secara makro ataupun mikro pada daerah sambungan dan sangat merugikan pada bagi sistem sambungan las, karena sewaktu-waktu dapat menyebabkan rambatan retak (*crack*) yang terus menjalar pada daerah sambungan itu sendiri. Pembentukan fasa ferit *widmanstatten* pada struktur logam las dapat mendukung terjadinya rambatan retak .
 - Pada sambungan las badan tabung disimpulkan aman dari segi hasil pengelasannya. Hal ini disebabkan adanya pembentukan fasa ferit *acicular* yang mendominasi sehingga meningkatkan kekuatan sambungan las khususnya dari segi ketangguhan.

- Tabung gas yang diamati masih layak digunakan, namun ada baiknya, dilakukan perbaikan saat proses pengelasan.

KESIMPULAN

1. Material tabung baja LPG kapasitas 3kg yang ada dipasaran adalah jenis baja karbon rendah dengan kadar karbon rata – rata sekitar 0,15% C.
2. Dari pengujian Tarik menghasilkan data rata – rata sebagai berikut :
Kekuatan Tarik (σ_u) = 55,39 kgf/mm², Kekuatan Luluh (σ_y) = 46,14 kg/mm², Perpanjangan (e) = 0,17 mm Reduksi Penampang (q) = 29%.
3. Dari pengujian kekerasan didapatkan kekerasan rata – rata berturut – turut daerah base metal, HAZ, dan daerah lasan baik di leher maupun di tabung adalah logam induk 138-144 VHN, daerah HAZ 146-171 VHN sedangkan daerah las 166-221 VHN.
4. Dari pengamatan struktur makro adanya cacat las penetrasi kurang (incomplete) di cincin leher maupun di badan tabung, yang dapat menakibatkan sumber retak dan pecah
5. Dari pengamatan struktur mikro di daerah logam induk, daerah HAZ maupun daerah logam lasan berturut – turut mempunyai fasa ferit perlit, ferit *acicular*, dan ferit *widmanstatten*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Standar Nasional Indonesia, *SNI 1452:2007 Tabung Baja LPG*.
- [2] International Standard (ISO 22991 : 2004), *Gas Cylinder – Transportable Refillable Welded Steel Cylinders for Liquefied Petroleum Gas (LPG) – Design and Construction*, Switzerland.
- [3] Japanese Standard Association., 1995, *JIS HANDBOOK Ferrous Material and Metallurgy II*, Tokyo.
- [4] Jefferson's, *Welding Encyclopedia*, American Welding Society, Miami, USA.