

## **Analisis Hasil Pengujian Lasan Tabung Berdiameter 300 mm Tebal 8 mm**

Oleh :

Ediwan\*

Email : ediwan.ok20@yahoo.com

### **Abstrak**

*Tabung motor roket yang digunakan biasanya dibuat dengan beberapa cara, tabung motor roket dari bahan aluminium sampai diameter 250 mm dibuat dengan proses ekstrusi sehingga tanpa sambungan, bahan baja ukuran kecil dibawah 300 mm dibuat juga dengan tanpa sambungan, tetapi untuk ukuran lebih besar umumnya dibuat dengan proses pengelasan, baik pengelasan lurus maupun bentuk spiral. Hasil pengelasan suatu industri yang berpengalaman selalu mengedepankan kontrol kualitas untuk menjamin hasil produksinya berkualitas dan terjamin bila digunakan, salah satu pengujian yang sering dilakukan untuk menjamin kualitas hasil produksi adalah pengujian tarik, impak dan pemeriksaan dengan ultrasonic, terutama untuk tabung hasil pengelasan, dari hasil pengujian dan pemeriksaan ultrasonic akan diketahui apakah tabung tersebut aman atau tidak untuk digunakan.*

*Kata kunci : Tabung, Las, baja*

### **Abstract**

*Tube rocket motors used, made in several ways, the rocket motor tube made from purchased aluminum LAPAN made by the extrusion process so that no connection, small size steel below 300 mm made also with no connection, but for the larger sizes are made with welding process, welding either straight or spiral shape. Results welding an experienced industry always puts quality control to guarantee the quality of their products and secure when in use, one of the tests performed to ensure the quality of the production is the ultrasonic inspection, ultrasonic examination results will be known whether the tube is safe to use or not.*

*Keyword : Tube, welding, steel*

## **1. PENDAHULUAN**

Penggunaan produk hasil pengelasan memerlukan keahlian dalam memilih dan menggunakan produk, begitu juga perusahaan yang memproduksi hasil pengelasan, harus mempunyai sertifikat ahli dibidang pengelasan, sehingga tidak semua perusahaan diperbolehkan memproduksi produk hasil pengelasan, terutama produk untuk tabung bertekanan, seperti tabung yang digunakan dan yang akan dibeli oleh LAPAN nantinya.

Perusahaan pengecoran mempunyai keahlian dibidang pengecoran, tetapi tidak berpengalaman dibidang pengelasan, begitu juga perusahaan bidang pengelasan hanya berpengalaman bidang pengelasan saja, sehingga mereka tidak akan mendapat izin untuk memproduksi yang bukan keahliannya.

Untuk menjamin produk yang dihasilkan berkualitas baik, maka diperlukan pengujian atau pemeriksaan. Pengujian atau pemeriksaan yang biasa dilakukan ada dua macam, pengujian yang merusak dan pengujian yang tidak merusak. Pengujian ultra sonic termasuk pengujian yang tidak merusak, dan berguna untuk mengetahui apakah material yang akan digunakan terindikasi ada cacat atau tidak. Pengujian tarik dan impak termasuk pengujian yang merusak karena sampel yang diuji harus putus atau patah.

Pengujian ini akan dilakukan pada tabung yang dibuat dengan cara pengelasan horizontal, berdiameter 300 mm dengan tebal 8 mm, dilas menggunakan las tahanan listrik frekwensi tinggi (High Frequency Electric Resistance Welding). Dengan parameter pengelasan welding Voltage 12.5 Volt, Welding Ampere 15 Ampere, welding speed 12 m/menit.

Hasil pengelasan tabung kemudian di lakukan perlakuan panas dengan temperatur Heat treatment 950 °C, setelah itu dilakukan pengukuran dan pengujian. Tulisan ini akan memaparkan hasil pengujian lasan tabung apakah material hasil lasan tersebut dapat digunakan pada motor roket, dengan membandingkan sifat mekanik lasan terhadap bahan tabung aslinya. Tulisan ini bertujuan untuk menjamin, bahwa bahan tabung yang akan digunakan tidak terindikasi adanya cacat dan kekuatannya sesuai standar bahan AISI 304L

---

\*Peneliti Pusat Teknologi Roket LAPAN

## 2. PENGUJIAN LASAN

### 2.1 Pengujian Impak

Maksud pengujian ini adalah untuk mengetahui atau mengukur ketahanan material terhadap beban tiba-tiba pada berbagai temperatur, sehingga didapat kurva antara temperatur dan harga impact, juga daerah temperatur transisi dimana material berubah sifat dari ulet menjadi rapuh/getas (brittle).



Gambar 2.1 Alat Uji Impak

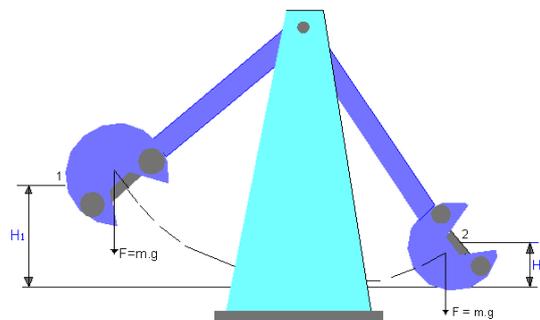
Cara pengujian ini dilakukan yaitu dengan mengangkat bandul dengan ketinggian  $H_1$  lihat gambar 2.2, kemudian dilepas selanjutnya sampel uji putus, sisa ayunan bandul  $H_2$ , setelah mematahkan sampel  $H_2$  akan lebih kecil dari  $H_1$ , karena sebahagian energi potensial akan diserap untuk mematahkan specimen dan dapat di jelaskan sebagai berikut:

$$m \cdot g \cdot H_1 = m \cdot g \cdot H_2 + E$$

$$E = m \cdot g (H_1 - H_2)$$

harga impact didapat (HI),  $HI = \frac{E}{A}$

dimana  $A$  = luas penampang terkecil specimen  
 $m$  = Masa bandul

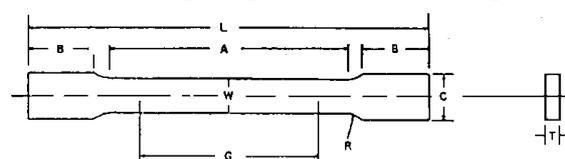


Gambar 2.2 Metode Pengujian Impact

### 2.2 Pengujian Tarik

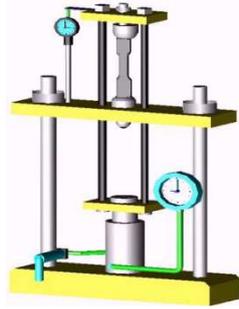
Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat bahan terhadap beban tarik, dengan hasil berupa kurva beban terhadap perubahan panjang, yang selanjutnya dapat diubah menjadi kurva tegangan – regangan.

Untuk melaksanakan uji tarik dibutuhkan sampel uji tarik dengan ukuran yang telah distandarkan, misalnya menurut ASTM, DIN, JIS, BS, ISO dan dibuat dengan perkakas potong. Karena tabung dari pelat, maka standar yang digunakan adalah pelat pada bagian lasan seperti gambar 2.3



Gambar 2.3 Sampel Uji Tarik Pelat

$$\text{Tegangan tarik} = \sigma_U = \frac{F}{A_0}$$

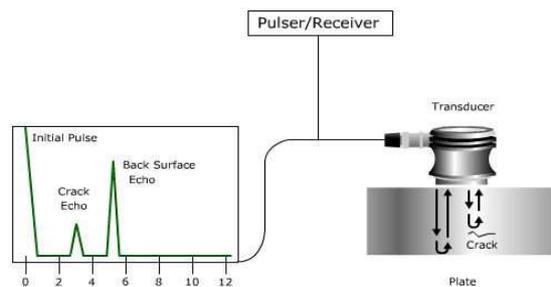


Gambar 2.4 Mesin Uji Tarik Multi Fungsi

### 2.3 Pengujian Ultrasonic

Pengujian ultrasonic termasuk pengujian tidak merusak NDT (non destructive test) Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan suatu gelombang suara dengan frekuensi tinggi yang dirambatkan kedalam logam yang diuji dengan menggunakan alat yang dapat mengirimkan dan menerima gelombang suara yang dinamakan proba atau sensor.

Karena adanya permukaan cacat pada material, maka suara yang dikirimkan akan dipantulkan dan diterima kembali oleh sensor, ini dapat ditunjukkan dengan menggunakan tabung sinar katoda atau recoder yang lain. Cacat akan diketahui dari amplitudo grafik seperti gambar 2.5



Gambar 2.5 Prinsip pengujian Ultrasonic

Pengujian NDT secara garis besar dikelompokkan dalam 2 metode yaitu metode radiasi dan non radiasi. Metode radiasi yaitu metode pemeriksaan dengan memanfaatkan sinar radiasi yang dipancarkan oleh isotop tertentu dan mesin pembangkit sinar-X. Sedangkan metode non radiasi diantaranya adalah, Ultrasonik, Eddy Current, magnetik Partikel, Acoustic emission dan lain-lain.

Aplikasi utama pengujian ultrasonic dalam pemeriksaan logam adalah untuk mendeteksi cacat dalam secara rinci, disamping itu digunakan juga untuk mengetahui cacat pada permukaan dan berbagai kegunaan lainnya. Dalam pemeriksaan logam, pengujian ultrasonic mempunyai kelebihan dibandingkan pengujian NDT yang lain yaitu :

- Tenaga penetrasi yang dihasilkan paling tinggi dapat mencapai hingga 6 meter
- Kepekaan sangat tinggi, memungkinkan pemeriksaan cacat yang sangat kecil sekalipun, sehingga hasil pemeriksaan sangat jelas dan teliti.
- Pemeriksaan cepat seketika langsung dapat dipantau.
- Dapat memeriksa keseluruhan atau volume
- Tidak berbahaya
- Portabel gambar 2.6



Gambar 2.6 Ultrasonic Portabel

Namun pengujian apapun pasti ada kekurangannya seperti permukaan tidak beraturan, kasar, ukuran sampel sangat kecil dan tipis serta tidak homogen semuanya susah dilakukan dengan ultrasonic.

### 3. HASIL PENGUJIAN

Bahan tabung yang dilas berdiameter 300 mm tebal 8 mm dengan bahan AISI 304L yang dibentuk dengan roll menjadi bulat kemudian dilas menggunakan las tahanan listrik frekwensi tinggi (High Frequency Electric Resistance Welding). Dengan parameter pengelasan welding Voltage 12 Volt, Welding Ampere 18 Ampere, welding speed 12 m/mnt., dimana parameter ini adalah parameter terbaik untuk bahan yang digunakan. Hasil pengelasan tabung kemudian di lakukan perlakuan panas dengan temperatur Heat treatment 950 °C, setelah itu dilakukan pengukuran dan pengujian. Pengujian impact pada daerah lasan dengan menggunakan bentuk standar didapat seperti yang diperlihatkan pada tabel 3.1 dibawah ini

**Tabel 3.1** Harga Impact

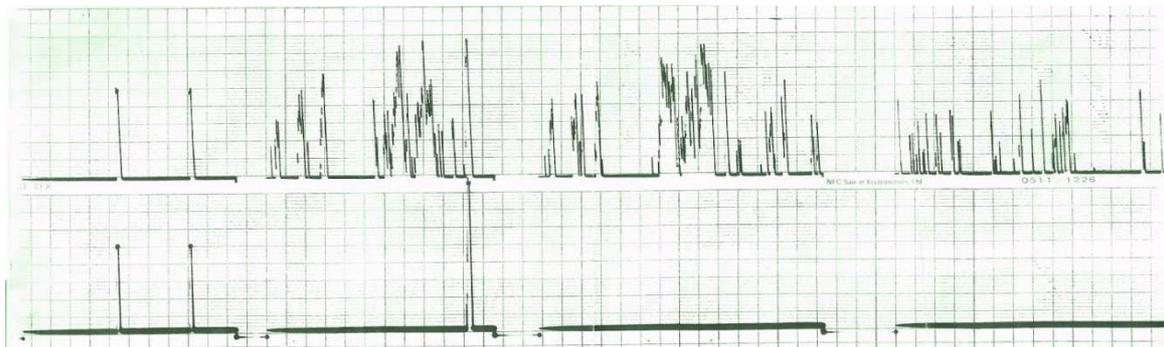
No	Dimensi			Energi yang diserap ( E )	Harga Impact ( HI )
	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	(Joule)	(Joule/mm <sup>2</sup> )
1	10.00	6.70	67.00	71	1.060
2	10.00	6.70	67.00	71	1.060
3	10.00	6.70	67.00	70	1.045
			Rata-rata	70.75	1.055

Hasil Pengujian tarik dilakukan pada daerah lasan dan dapat ditunjukkan pada tabel 3.2 dibawah ini,

**Tabel 3.2** Pengujian Tarik

Bahan	Tebal (T)	Lebar (W)	Area	Yield	Tensile
	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kg/mm <sup>2</sup> )	(kg/mm <sup>2</sup> )
1	8.03	38.05	305.54	41.75	57.50
2	8.01	38.10	305.18	41.61	58.55
3	8.02	38.00	304.76	42.25	58.25
			ΣRata2	41.836	58.25

Hasil Pengujian ultrasonic dilakukan pada bagian luar dan bagian dalam dimana hasil pancaran diterima probe dan diteruskan ke komputer *sonic integrity tester* kemudian diplot, dengan dipasang beberapa probe pada masing-masing posisi dengan sudut probe 45°, dengan hasil seperti terlihat pada gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Hasil Ultrasonic Lasan Pipa

### 4. ANALISIS HASIL PENGUJIAN

Untuk melakukan pengujian diatas diambil dari sampel pipa secara random, kemudian pipa dipotong pada daerah lasan untuk diambil sebagai sampel pengujian, baik untuk pengujian tarik, pengujian impact dan untuk pemeriksaan ultrasonic.

Dari hasil pengujian tarik yang dilakukan didapat bahwa putus tidak di bagian lasan dengan kekuatan 58 kgf/mm<sup>2</sup>. Berdasarkan referensi untuk material AISI 304L diperoleh bahwa kuat tarik

untuk material ini pada temperatur kamar adalah  $85 \times 10^3$  psi setara dengan  $58 \text{ kgf/mm}^2$  seperti ditunjukkan pada tabel 4.1. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengelasan kekuatannya sama dengan bahan aslinya yaitu  $85 \times 10^3$  psi setara dengan  $58 \text{ kgf/mm}^2$ . Dari simulasi komputer pada tekanan 60 Bar (lampiran) tegangan yang terjadi  $1040 \text{ kgf/cm}^2$ , jauh lebih kecil dari kekuatan bahan hasil uji tarik, sehingga dapat dikatakan bahwa material hasil lasan ini memenuhi syarat untuk digunakan pada motor roket. Pengujian impact menunjukkan hasil yang baik untuk material logam pada temperatur kamar dimana energi yang diserap harus diatas 60 Joule (Dieter, 1988) sehingga hasil pengujian impact ini sudah memenuhi syarat, dimana energi yang diserap oleh bahan AISI 304L ini rata-rata 70.75 Joule dengan harga impak rata-rata 1.055. Hasil pengujian ultrasonic gambar 3.1 diperoleh bahwa harga amplitudo maksimum mencapai 37 dB bagian dalam dan 0 dB bagian luar dan dari pengujian ini, bila amplitude diatas 42 db, pipa diindikasi ada cacat dan yang dibawah 42 dB dianggap masih terlalu kecil dan dianggap tidak cacat (J. D Lavender, 1976) atau masih aman digunakan untuk berbagai kegunaan seperti untuk tabung motor roket dan bejana bertekanan lainnya.

Pengujian lain yang sering dilakukan untuk tabung dengan proses pengelasan adalah uji kebocoran dimana tabung diberikan tekanan sampai beberapa waktu, bila tekanan tidak berubah berarti tabung tidak bocor, kemudian pengujian *bulging* yaitu mengukur perubahan diameter tabung akibat beban kerja, pengujian *bursting* dilakukan untuk mengetahui kekuatan tabung yang diuji sampai pecah, sering juga dilakukan uji kekerasan didaerah las dan uji kebulatan tabung, namun untuk penggunaannya sesuai keperluan seperti untuk tabung bertekanan, cukup dilakukan uji tarik, impact dan pemeriksaan ultrasonic saja.

#### 4.1. Kuat tarik alloy dengan berbagai komposisi (Samual L,Hoya, 1983)

Alloy	%C	%Mn	%Si	%Cr	%Ni	%Co	%Mo	%W	%Fe	Tensile Strength (1000psi)				Other	
										75°F	1000°F	1200°F	1600°F		
<b>Less Than 10% Alloy</b>															
0.5 Mo	0.14	0.55	0.30	-	-	-	0.5	-	-	-	60	45	-	-	-
1.0Cr,0.5Mo	0.15	0.45	0.5	1.0	-	-	0.5	-	-	-	60	50	-	-	-
1.25Cr, 0.5Mo	0.15	0.45	0.75	1.25	-	-	0.5	-	-	-	65	55	-	-	-
1.0Cr,1.0Mo,0.25V	0.33	0.85	0.25	1.0	-	-	1.25	-	-	-	110	70	-	-	0.25V
2.25Cr,1.0Mo	0.15	0.45	0.5	2.25	-	-	1.0	-	-	-	65	55	-	-	-
501	0.10	1.0	0.5	5.0	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
502	0.10	1.0	0.5	5.0	-	-	0.5	-	-	-	60	40	-	-	-
H-11	0.35	0.30	1.0	5.0	-	-	1.5	-	-	-	260	175	-	-	0.4V
7.0Cr,0.5Mo	0.15	0.45	0.75	7.0	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
9.0Cr,1.0Mo	0.15	0.45	0.75	9.0	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ferritic and Martensitic stainless</b>															
403	0.15	1.0	0.5	12.0	-	-	-	-	-	-	110	70	35	-	-
405	0.08	1.0	1.0	13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2AL
410	0.15	1.0	1.0	12.5	-	-	-	-	-	-	125	75	20	-	-
422	0.20	0.65	0.5	12.0	0.75	-	1.0	1.0	-	-	180	170	55	-	0.3V
430	0.12	1.0	1.0	16.0	-	-	-	-	-	-	75	-	-	-	-
431	0.20	1.0	1.0	16.0	2.0	-	-	-	-	-	135	30	-	-	-
446	0.20	1.5	1.0	25.0	-	-	-	-	-	-	80	45	25	-	0.25N
Greek Ascoloy	0.15	0.4	0.3	13.0	2.0	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-
<b>AISI Standard Austenitic Stainless Steels</b>															
304	0.08	2.0	1.0	19.0	10.0	-	-	-	-	-	85	60	45	-	-
304L	0.03	2.0	1.0	19.0	10.0	-	-	-	-	-	85	65	50	-	-
309	0.20	2.0	1.0	23.0	13.0	-	-	-	-	-	95	70	20	-	-
310	0.25	2.0	1.5	25.0	20.0	-	-	-	-	-	85	70	55	-	-
316	0.08	2.0	1.0	17.0	12.0	-	2.5	-	-	-	85	70	60	-	-

## 5. KESIMPULAN

Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa hasil pengelasan tabung berdiameter 300 mm ini cukup baik, dengan hasil :

- Dari pengujian tarik pada daerah las didapat sesuai standar AISI 304L, sama dengan kekuatan bahan itu sendiri yaitu  $58 \text{ kg/cm}^2$ , ini menunjukkan bahwa lasan yang dilakukan sangat baik mutunya dari segi kekuatan hasil pengelasan
- Dari Pengujian impak juga menunjukkan energi yang diserap oleh bahan AISI 304L sama dengan material baja paduan yaitu diatas 60 Joule
- Hasil pemeriksaan ultrasonic menunjukkan bagian dalam ada cacat, namun masih dalam batas aman yaitu amplitudo lebih kecil dari 42 dB
- Secara keseluruhan menunjukkan bahwa hasil pengelasan pada tabung cukup baik dan layak untuk digunakan sesuai kebutuhan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Dieter G E, “*Mechanical Metallurgy*”, Third Edition, McGraw-Hill International Co. 1988
- E.R Parker, *Material Data Book*, McGraw-Hill, 1985
- Petty, E R, “*Physical Metallurgy of Engineering Materials*, London, 1971
- J. D Lavender, *Ultrasonic Testing of Steel*, steel Founders Society of America, 1976
- William D. Calisster, Jr, *Material Science and Engineering an Introduction*, 3<sup>rd</sup>. Ed, John Wiley & Sons, 1994
- Samuel L.Hoya, “*ASME Hand Book Materials Properties*” Mc Graw-Hill, New York, 1983
- Dieter G.E, *Engineering Design, A Material And Processing Approach*, McGraw-Hill, 1983
- Fisher. F “*Engineering Design*” John Willey and Son, 1981
- Kent “*Mechanical Engineering*” *Hand Book*, Wiley Toppan New York, 1965
- Harsono, *Teknologi Pengelasan Logam*. Pradnya Paramita Jakarta, 1987

### DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

#### DATA UMUM

Nama Lengkap : Ediwan  
 Tempat & Tgl. Lahir : Muaradua, 6 Mei 1960  
 Jenis Kelamin : Laki-laki  
 Instansi Pekerjaan : LAPAN  
 NIP. / NIM. : 1960050601199001001  
 Pangkat / Gol. Ruang : Pembina Utama Muda / IV.c  
 Jabatan Dalam Pekerjaan : Peneliti Madya  
 Agama : Islam  
 Status Perkawinan : Menikah

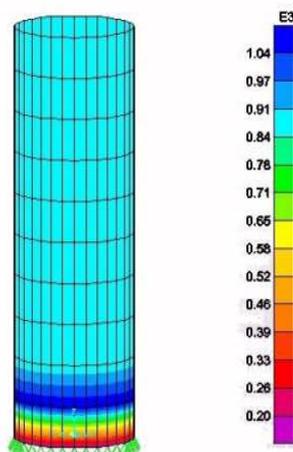
#### DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMA 31 Jakarta Tahun: 1980  
 STRATA 1 (S.1) : Teknik Mesin Tahun: 1988  
 STRATA 2 (S.2) : Material Science Tahun: 1996

#### ALAMAT

Alamat Rumah : Perum Taman Jatisari Permai X/24, Jatiasih- Bekasi  
 Telp :021-8456865 HP. : 081388685540  
 Alamat Kantor / Instansi : Pusat Teknologi Wahana Dirgantara LAPAN Serpong  
 E-mail : [ediwan.ok20@yahoo.com](mailto:ediwan.ok20@yahoo.com)

#### LAMPIRAN



Gambar Simulasi Tabung Pada Tekanan 60 Bar Tegangan Maksimum 1040 kg/cm<sup>2</sup>