

TUGAS SARJANA

ANALISA PATAHAN AKIBAT *CIRCUMFERENTIAL STRESS* PADA SAMBUNGAN LAS PIPA GAS



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata Satu (S-1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Disusun oleh:
ASEP ASIKIN
L2E 604 192

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2009**

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Nama : Asep Asikin
NIM : L2E 604 192

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Yurianto, MT
2. Ir. Sumar Hadi Suryo

Jangka waktu : 6 (Enam) bulan

Judul : Analisa Patahan Akibat *Circumferential Stress* pada Sambungan Las Pipa Gas

Isi Tugas

1. Melakukan pengujian komposisi elemen paduan untuk mengetahui pengaruh elemen paduan terhadap karakteristik bahan, melakukan pengujian tarik untuk mengetahui karakteristik kekuatan tarik sambungan las pipa gas, mengukur tingkat kekerasan pipa gas dengan metode *micro vickers* untuk mengetahui tingkat kekerasan bahan, melakukan pengujian metalografi optik untuk mengetahui struktur mikro bahan.
2. Karakterisasi patahan sambungan las.
3. Analisa sifat mekanis.
4. Analisa mekanisme patahan.
5. Identifikasi sambungan las pipa memenuhi standar atau tidak?

Semarang, 5 September 2008

Menyetujui
Pembimbing I

Menyetujui
Pembimbing II

Ir. Yurianto, MT
NIP. 131602693

Ir. Sumar Hadi Suryo
NIP. 132602695

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Sarjana dengan judul “ **Analisa Patahan Akibat *Circumferential Stress* pada Sambungan Las Pipa Gas** ” telah disetujui :

Hari :

Tanggal :

Nilai :

Menyetujui,
Pembimbing I

Ir. Yurianto, MT
NIP. 131602693

Menyetujui,
Pembimbing II

Ir. Sumar Hadi Suryo
NIP. 131602693

Mengetahui,
Koordinator Tugas Sarjana

MSK. Tony Suryo U. ST, MT
NIP. 132 231 137



ABSTRAK

Pipa merupakan media penyaluran yang harus memiliki ketangguhan dan mampu menahan terjadinya retak atau patah. Kegagalan pada pipa gas sering terjadi adalah karena pengaruh dari sifat mekanis yang dimiliki. Tegangan luluh yang tinggi pada sambungan las dapat menyebabkan pipa menjadi pecah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat mekanis dan pola patahan yang terjadi pada daerah sambungan las akibat beban tarik. Benda yang diuji adalah daerah sambung las pipa gas API 5L-X52 hasil pengelasan spiral submerged arc welding. Metode penelitian yang digunakan adalah kaji experimental skala laboratorium. Hasil akhir dari penelitian ini memperlihatkan bahwa komposisi paduan tergolong baja HSLA, nilai kekerasan pada daerah sambungan las masih pada batas aman yaitu ≤ 250 VHN. Struktur mikro menunjukkan bahwa adanya kombinasi antara ferrite dan pearlite yang dominan. Kekuatan tarik masih berada pada batas aman yaitu 66-11 kPsi. Pengamatan fraktografi memperlihatkan adanya tipe patahan dimple dengan retak intergranular dan transgranular namun masih berada pada batas aman.

Kata kunci : sambungan las, tegangan tarik, retak, patahan, dimple .

ABSTRACT

Pipe is one of the distribution media that must have a good toughness and could hold the crack or fracture. The failure in gas piping almost happened because of mechanical properties effect. Circumferential stress could make welded joint area to be broken. The purpose of this research is to know about modes of fracture in welded joint area as tensile stress effect. Specimen for testing is welded joint area of API 5L-X52 gas pipe from helical submerged arc welding. The experimentation with laboratory testing method was used in the research. The results show that the composition is in HSLA metal class, hardness value at welded joint area is on safety about ≤ 250 VHN. Micro structure shows that there are more combination between ferrite and pearlite. The tensile is on safety value between 66-11 KPsi. Fractography shows the dimple rupture with intergranular and transgranular cracking but they're on safety too.

Keywords : *welded joint, tensile strength, crack, fracture, dimpe.*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pipa API 5L-X52 merupakan pipa yang sering digunakan pada penyaluran gas alam cair (*Liquid Natural Gas* - LNG) yang sesuai untuk penggunaan lepas pantai. Pipa API 5L-X52 memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi sehingga pipa ini juga banyak dijumpai pada industri kimia khususnya pada penyaluran gas-gas hasil reaksi kimia. Pipa ini terbuat dari hasil pengerolan panas pada *slab* lalu dilakukan pengerolan dingin hingga menghasilkan lembaran baja yang berupa *coil*. Hal terpenting terletak pada pengaturan dalam proses pengerolan agar dapat diperoleh baja yang memiliki kekuatan tarik dan takik yang tinggi [18]. Selain itu pipa ini juga harus memiliki ketahanan terhadap perambatan retak dan sifat mampu las yang baik.

Gaya internal yang terjadi pada pipa ini merupakan aliran massa fluida yang mengalir didalam pipa (dalam hal ini gas). Aliran fluida dinamis yang mengalir dalam pipa akan memberikan gaya tekan yang besar manakala terjadi umpan balik (*water hammer*). Gaya balik yang ditimbulkan akibat suatu penyekat menimbulkan tegangan yang mengarah ke semua bidang penampang pipa. Tegangan ini dapat berupa tegangan keliling atau sering disebut *circumferential stress*. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya distribusi tegangan diseluruh penampang pipa yang dapat mengakibatkan pipa menjadi memuai dan menimbulkan tegangan tarik di daerah sambung las pipa API 5L-X52.

Kekuatan pada daerah sambungan las untuk dapat menahan terjadinya *circumferential stress* dan tegangan tarik yang terjadi sangat dipengaruhi oleh kondisi instalasi pipa dan sifat bahan yang dimiliki pipa itu sendiri seperti: ketangguhan, keuletan dan kekuatan. Instalasi pipa API 5L-X52 sebagai pipa gas yang dikondisikan pada daerah dengan kontur tanah yang sesuai memungkinkan terjadinya pemuaihan akibat panas yang diterima pipa yang berasal dari sinar matahari. Terjadinya pemuaihan pada daerah sambung las dapat menyebabkan tegangan tarik disekitar daerah sambung las. Jika jumlah aljabar tegangan tarik yang terjadi antara pemuaihan dan efek *water*

hammer digabungkan, maka besar kemungkinannya daerah sambung las dapat terjadi retak. Daerah batas las yang merupakan daerah yang membatasi antara logam las dan daerah panas yang sangat rentan terhadap retak [18].

Hasil dari pengelasan ulir pada 2 (dua) sisi menghasilkan sambung las yang terdiri dari 3 (tiga) daerah yaitu: logam dasar (*base metal*), logam las (*weld metal*) dan daerah terpengaruh panas (*Heat Affected Zone* - HAZ). Sifat, karakteristik dan struktur mikro pada masing-masing daerah berbeda satu sama lain.

Retak yang berkembang dan merambat hingga mencapai permukaan dari suatu logam menyebabkan terjadinya patahan. Mekanisme terjadinya patahan dimulai dari adanya penyempitan pada titik ketidakstabilan plastis yang disebabkan oleh pengerasan tegangan hingga muncul rongga-rongga kecil yang terus berkembang menjadi suatu celah yang disebut retak. Retak panas sering terjadi pada logam las yang disebabkan karena pembebasan tegangan pada daerah HAZ atau dikarenakan proses pembekuan logam las [18]. Pertumbuhan retak yang merambat disekitar bidang geser secara kontinyu menyebabkan terjadinya patah.

Terjadinya patahan merupakan suatu kesalahan yang sangat fatal dalam konstruksi pipa. Patahan yang terjadi pada daerah sambung las pipa API 5L-X52 dapat menyebabkan keluarnya gas yang menimbulkan kebocoran gas dan berpotensi memicu terjadinya ledakan. Untuk itu sangatlah perlu diteliti lebih lanjut tentang kekuatan, sifat mekanis pada daerah sambung las dengan melakukan pengujian mekanis yang meliputi: pengujian komposisi kimia untuk mengetahui karakteristik bahan, pengujian kekerasan untuk mengukur tingkat kekerasan bahan, pengujian metalografi bertujuan untuk mengetahui pola struktur mikro, pengujian tarik untuk mengetahui karakteristik kekuatan bahan dan pengujian SEM untuk mengamati pola patahan yang terjadi. Dari pengujian-pengujian ini diharapkan dapat menganalisis terjadinya mekanisme patah serta dapat dipastikan bahwa retak yang terjadi pada daerah sambung las apakah getas atau ulet dan apakah pipa aman atau tidak. Pola patahan dimple selalu muncul pada bahan yang mengalami mekanisme patah ulet.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.2.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah :

1. Mengetahui dan membahas sifat mekanis sambungan las pipa gas dengan melakukan pengujian tarik, dan kekerasan.
2. Mengetahui dan membahas pola patahan yang terjadi pada logam dasar dan sambungan las yang terjadi akibat beban tarik pada pipa gas berdasarkan pengamatan faktografi dengan metode SEM.
3. Mengidentifikasi dan membahas apakah pipa gas aman atau tidak? Serta memenuhi standar API atau tidak?
4. Mempelajari dan membahas sampai sejauh mana sambungan las pipa gas mampu menahan *circumferential stress* berdasarkan nilai kekuatan tarik.

1.2.2 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pola patahan pada pipa aman atau tidak? serta memenuhi standar yang telah ditetapkan atau tidak?
2. Mengetahui ketangguhan pada daerah sambungan las pipa gas.
3. Mengetahui material pada daerah sambungan las pipa gas apakah getas atau ulet.
4. Mengetahui ketahanan sambungan las terhadap *circumferential stress*.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mampu menghasilkan kapabilitas penelitian yang baik, maka lingkup pembahasannya adalah sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan adalah pipa gas seri API 5L-X52 hasil pengelasan busur teredam yang diproduksi oleh PT. KHI (Krakatau Group) Cilegon, Banten, Indonesia.

2. Pengamatan fraktografi dilakukan dengan menggunakan metode *Scanning Electron Microscope* (SEM) .
3. Patahan yang terjadi pada daerah sambungan las terjadi akibat *circumferential stress*.
4. Sambungan las yang diteliti adalah merupakan sambungan las *helical submerged arc welding* pipa gas.
5. Pengujian kekerasan, metalografi, SEM berdasarkan ASTM.
6. Pengujian tarik berdasarkan Standar Spesifikasi API, yang mengacu pada ASTM E8.
7. Tidak membahas pengaruh proses pengerolan dan pengelasan selama pembuatan pipa API 5L-X52.
8. *Circumferential stress* dianalogikan sebagai beban tarik pada daerah sambungan las pipa dengan melakukan pengujian tarik.
9. Pembahasan hanya akan ditujukan pada aspek metalurgis saja.

1.4 Metode Penelitian

Langkah-langkah tugas yang dilakukan dalam pengujian material ini adalah sebagai berikut :

- Studi Pustaka

Studi pustaka diperlukan untuk memahami teori dasar yang berkaitan dengan masalah yang dibahas. Studi pustaka diperoleh dari buku-buku, karya ilmiah, internet/situs yang berkaitan dengan penulisan, katalog, dan jurnal lain yang mendukung.

- Survey Lapangan

Survey lapangan bertujuan untuk mengetahui secara langsung proses pembuatan pipa dan pengambilan data.

- Konsultasi

Berkonsultasi dengan ahli bidang pipa PT.KHI dan dosen pembimbing baik saat pengujian, analisa maupun pembuatan laporan.

- Pengujian dan Analisa Data

Langkah ini untuk menganalisa hasil produksi pipa akibat dari proses pembuatannya. Adapun pengujian yang dilakukan antara lain pengujian komposisi material, kekerasan, metalografi, tarik, dan SEM. Untuk lebih rinci, metode penelitian ditunjukkan pada gambar 3.1.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang berbagai landasan teori yang berkaitan dengan pipa API 5L-X52, metalurgi las, fraktografi, pengujian SEM serta hasil pengujian yang sudah dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisikan metode yang digunakan pada proses penelitian serta langkah-langkah yang dilakukan pada saat pengujian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyajikan data-data hasil pengujian dan menganalisa berdasarkan standar yang telah ditetapkan.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan yang berisi tentang hasil penelitian yang sudah dilakukan dan saran yang berisi tentang kesulitan yang dialami dan perlunya metode khusus yang belum dilakukan dalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN