

PENGARUH VARIASI MEDIA *QUENCHING* DAN AGING TERHADAP KEKERASAN SAMBUNGAN LASAN PIPA API 5L GRADE B

Muhammad Saifannur¹, Syamsuar^{2*}, Akhyar Ibrahim²

¹Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh – Medan Km.280 Buketrata

*Penulis Korespondensi: syamsuar@pnl.ac.id

Abstrak

Pipa API 5L Grade B pipa sering digunakan dalam penyaluran minyak dan gas hal ini dikarenakan pipa API 5L Grade B dapat beroperasi pada tekanan dan panas yang cukup tinggi sehingga bisa digunakan untuk penyaluran minyak bumi, baik pada petrokimia maupun industri gas alam. Kerusakan pipa API 5L Grade B membawa dampak yang membahayakan manusia seperti kebakaran dan pencemaran sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai nilai kekerasan pada sambungan dengan memvariasikan media *quenching* terhadap proses *artificial aging* dan *natural aging* yang bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan. Dari hasil uji kekerasan, nilai kekerasan tertinggi pada *natural aging* terjadi pada media pendingin air laut yaitu 31,08 HRC pada titik HAZ sedangkan pada *artificial aging* pada temperatur 400°C pada titik LAS dengan media pendingin air laut sebesar 26 HRC, sedangkan pada temperatur 600°C yaitu 55,83 HRC pada titik LAS dengan media pendingin air laut.

Keywords: Pipa API 5L Grade B, *quenching*, *artificial aging* dan *natural aging*

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pipa API 5L Grade B pipa sering digunakan dalam penyaluran minyak dan gas hal ini dikarenakan pipa API 5L Grade B dapat beroperasi pada tekanan dan panas yang cukup tinggi sehingga bisa digunakan untuk penyaluran minyak bumi, baik pada petrokimia maupun industri gas alam.

Kerusakan pipa API 5L Grade B membawa dampak yang membahayakan manusia seperti kebakaran dan pencemaran lingkungan sehingga pipa API 5L Grade B dapat beroperasi dengan tingkat resiko seminimum mungkin maka perlu dilakukan penelitian mengenai nilai kekerasan pada sambungan dengan memvariasikan media *quenching* terhadap proses *artificial aging* dan *natural aging* yang bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan.

Berdasarkan uraian diatas peneliti sangat tertarik untuk mengembangkan penelitian yang pernah diteliti oleh [1] mengenai pipa API 5L Grade B, adapun judul penelitian terdahulu yaitu analisa pengaruh temperatur *artificial aging* dan *natural aging* terhadap kekerasan hasil pengelasan GTAW pada pipa API 5L Grade B dimana pada penelitian tersebut media *quenching* yang digunakan adalah air dingin/es. Dari hasil penelitian terdahulu diperoleh nilai uji kekerasan tertinggi pada *natural aging* baik

untuk *base metal*, *weld metal* dan HAZ dibandingkan dengan *artificial aging*, sehingga peneliti sangat tertarik untuk mengembangkan penelitian terdahulu dengan menambahkan tiga jenis media *quenching* yaitu air sumur, air laut dan oli SAE 40.

Untuk penelitian yang peneliti kembangkan ini semua proses penelitian mengikuti penelitian terdahulu baik temperatur *artificial aging* dan *natural aging*, *holding time* serta memasukkan nilai dari hasil penelitian terdahulu untuk dilakukan perbandingan nilai kekerasan dari media *quenching* air laut dan oli SAE 40 agar peneliti dapat mengetahui media *quenching* yang sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan.

1.2 Batasan Masalah

Dalam penulisan ini, penulis perlu membuat batasan-batasan masalah untuk menghindari pembahasan yang tidak perlu. Adapun pokok masalah pembahas yang akan dibahas dalam “pengaruh variasi media *quenching* dan *aging* terhadap kekerasan sambungan lasan pipa API 5L grade B” yaitu:

1. Penelitian dilakukan secara eksperimental.
2. Proses pengelasan dilakukan di PT. Barata Indonesia sesuai dengan WPS.

3. Temperatur *artificial aging* yaitu 400°C dan 600°C selama 30 menit hasil pengelasan GTAW pada pipa API 5L Grade B dengan ketebalan pipa 6 mm.
4. Temperatur natural *aging* yaitu 35°C selama 30 menit hasil pengelasan GTAW pada pipa API 5L Grade B dengan ketebalan pipa 6 mm.
5. Hasil dari pengelasan dengan *post weld heat treatment* dan *Aging* dilakukan pengujian kekerasan dengan tiga lokasi pengujian yaitu *weld*, *HAZ* dan *base metal*.

2 Metoda Penelitian

2.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan lebih kurang selama 16 minggu. Adapun tempat dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengelasan dilakukan di Laboratorium *Welding Technology* dan Fabrikasi Logam Politeknik Negeri Lhokseumawe.
2. Proses pemotongan material dilakukan di Laboratorium *Welding Technology* dan Fabrikasi Logam Politeknik Negeri Lhokseumawe.
3. Pengujian hasil *aging* dilakukan di Laboratorium Uji Material Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.
4. Pengujian kekerasan dan uji tarik di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.

2.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagaimana terlihat pada Tabel 1

Tabel 1 Bahan yang digunakan

No	Nama alat	Jumlah	Keterangan
1	Mesin las GTAW	1	Set
2	Gerinda tangan	1	Set
3	Alat ukur (jangka sorong)	1	Buah
4	Perlengkapan keselamatan kerja las	1	Set
5	Gergaji besi <i>hacksaw</i>	1	Buah
6	Dapur <i>nabertherm 30 – 3000°C</i>	1	Buah
7	Kertas gosok	1	Buah
8	Palu	1	Buah
9	Sikat kawat	1	Buah

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pipa API 5L Grade B dengan ketebalan 6 mm.

2.3. Proses Pengelasan

Pada penelitian ini saya tidak melakukan proses pengelasan, saya mendapatkan material sudah dilas dari pembimbing utama. Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengelasan adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan mesin las GTAW
2. Mempersiapkan benda yang akan dilas di meja las.
3. Memposisikan pengelasan dengan menggunakan posisi pengelasan mendatar atau bawah tangan (6G)
4. Mempersiapkan elektroda sesuai ER70S-6 dengan diameter 2,4 mm.
5. Menyetel ampere meter yang akan digunakan untuk mengukur arus pada posisi jarum nol, kemudian salah satu penjepitnya dijepitkan pada kabel yang digunakan untuk menjepit elektroda. Mesin las dihidupkan dan elektroda digoreskan sampai menyela. Ampere meter diatur pada angka 80-120 A, tegangan 10-20 volt, kecepatan pengelasan 40-100 mm/menit dengan menggunakan polaritas arus DCEN.
6. Setelah dilakukan pengelasan pada material API 5L Grade B maka dilakukan proses pendinginan dengan suhu ruangan atau lebih dikenal dengan istilah *normalizing*.

2.4. Proses Pembentukan Spesimen

Adapun langkah-langkah pembentukan spesimen kekerasan dari pipa API 5L Grade B sebagai berikut:

1. Meletakkan pipa API 5L Grade B pada tempat yang telah ditentukan untuk proses pembelahan.
2. Membelah pipa API 5L Grade B menggunakan mesin gerinda
3. Meratakan hasil pembelahan dengan menggunakan gerinda tangan.
4. Memotong pipa API 5L Grade B hasil pembelahan menggunakan gergaji besi *Hacksaw* dengan lebar 3 cm dan panjang 20 cm.

2.5 Proses Aging

Adapun proses *aging* yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan spesimen uji sebanyak 1 buah tanpa perlakuan
2. Menyiapkan 7 spesimen untuk perlakuan *post weld heat treatment* dengan temperatur 850°C

serta *holding time* 1 jam. Setelah itu spesimen di keluarkan dari dalam oven dan dilakukan proses pendinginan cepat (*Quenching*) dengan tiga media pendinginan yaitu air sumur, air laut dan pelumas SAE 40.

- Memasukkan 1 spesimen untuk perlakuan *natural aging* kedalam oven pemanas dengan temperature 35°C dan dilakukan *holding time* selama 30 menit. Setelah itu spesimen di keluarkan dari dalam oven dan dilakukan proses pendinginan secara alami.
- Memasukkan 3 spesimen untuk perlakuan yang pertama kedalam oven pemanas dengan temperature 400°C dan dilakukan *holding time* selama 30 menit. Setelah itu spesimen di keluarkan dari dalam oven dan dilakukan proses pendinginan secara alami.
- Memasukkan 3 spesimen untuk perlakuan yang kedua kedalam oven pemanas dengan temperature 600°C dan dilakukan *holding time* selama 30 menit.

2.6 Pengujian

2.6.1 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan pada spesimen dengan alat uji kekerasan *Rockwell*. Cara pengukuran kekerasan dengan metode HRC (*hardness rockwell cone*) sebagai berikut:

- Memilih pada permukaan yang rata untuk bagian yang akan ditekan dengan penetrator.
- Memasang landasan rata untuk benda uji padaudukannya,
- Menggerakkan tuas pada posisi 1,
- Memasang *penetrator* (kerucut intan 120°) pada pemegangnya, kemudian memasukkan pemegang pada dukannya dengan mengencangkan baut dengan kunci L,
- Memilih beban utama dengan cara memutar roda pengatur landasan,
- Menjepit benda uji dengan memutar roda pengatur landasan,
- Menggerakkan tuas ke posisi 2 secara perlahan-lahan dengan selalu melihat penetratornya untuk menjamin tidak terjadi benturan dengan benda uji. Jika permukaan benda uji sedikit miring, posisikan bagian yang rendah di depan. Pada posisi 2 ini jarum indikator telah berputar,
- Menggerakkan tuas ke posisi 3 secara perlahan-lahan sebagai pembebanan awal. Mengatur jarum penunjuk pada dial indikator pada posisi 0 untuk menghilangkan beban awal sesuai dengan metoda yang digunakan. Pada mesin ini

hanya tersedia metode *Rockwell B* dan *Rockwell C*. Gunakan skala bagian luar untuk *Rockwell C*,

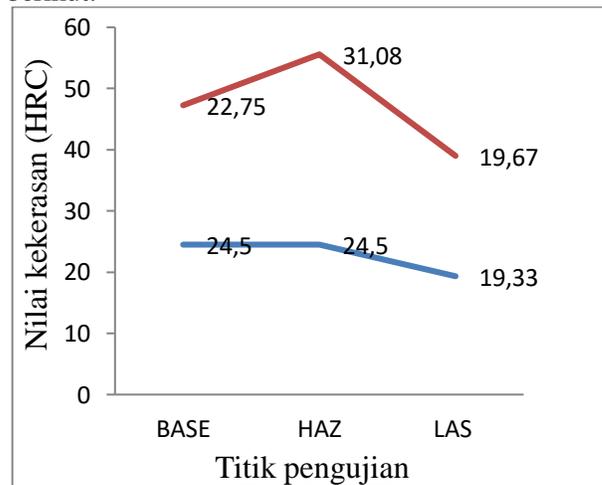
- Menggerakkan tuas ke posisi 4 secara perlahan-lahan sebagai pembebanan utama. Jarum pada peraga akan bergerak, menunggu hingga jarum berhenti lagi (kira-kira 20 detik)
- Menggerakkan tuas pada posisi 3 perlahan-lahan, membaca angka kekerasannya pada angka yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk.
- Mengembalikan tuas pada posisi 2, dan posisi 1 secara perlahan-lahan.
- Pengujian dilakukan 5 kali dengan cara menggeser benda uji.

Alasan digunakan *Rockwell C* dikarenakan API 5L grade adalah jenis nya baja, sesuai dengan aplikasi yang disarankan dari *Rockwell C*.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa Hasil Uji Kekerasan Terhadap Variasi Media Pendingin Yang Di Natural Aging

Dari hasil uji kekerasan dari pipa 5L Grade B memiliki nilai rata-rata kekerasan yang berbeda pada setiap titik uji kekerasan baik pada *weld*, *Base metal* dan *HAZ* terhadap variasi media pendingin pada proses *natural aging* dengan temperatur 35°C. adapun nilai rata-rata kekerasan pada proses *natural aging* sebagaimana dapat dilihat pada Grafik berikut:



Gambar 1 Nilai kekerasan terhadap variasi media pendingin yang di natural aging

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa nilai kekerasan terhadap variasi media pendingin yang di *natural aging* pada pipa 5L Grade B untuk semua titik pengujian baik pada BASE METAL, HAZ maupun LAS mengalami peningkatan pada media pendingin air laut dari pada pendinginan oli.

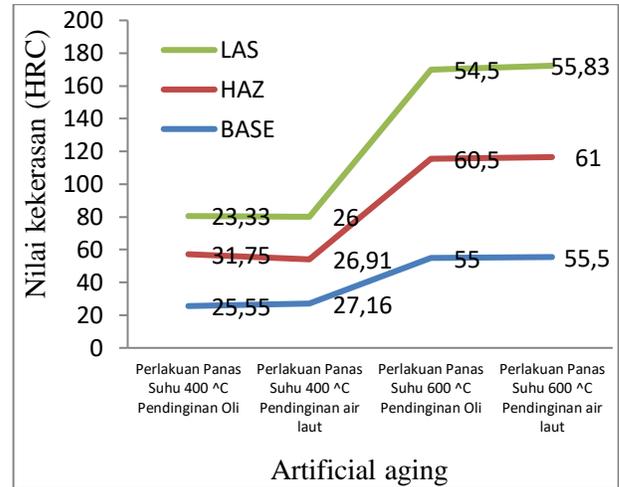
Peningkatan nilai kekerasan yang sangat signifikan terjadi pada media pendingin air laut yang di *natural aging* pada pipa 5L Grade B pada titik pengujian HAZ, hal ini dikarenakan daerah HAZ merupakan daerah yang terpapar panas secara langsung pada saat proses pengelasan, jadi untuk pemberian media pendingin yang baik pada daerah HAZ yaitu air laut dari pada media pendingin oli. Hal ini dikarenakan air laut memiliki kadar garam yang tinggi sehingga dapat meningkatkan nilai kekerasan [1], [2].

Adapun faktor lain yang menyebabkan media pendingin air laut mengalami peningkatan pada titik pengujian HAZ disebabkan oleh perubahan fasa yang terbentuk pada daerah HAZ yaitu partikel pertisipat. Membentuknya partikel pertisipat sangat berperan dalam meningkatkan nilai kekerasan pipa 5L Grade B serta menghambat pergerakan dislokasi, partikel pertisipat yang terbentuk akibat adanya pendinginan cepat yang dilakukan dengan menggunakan air laut sehingga pergerakan dislokasi dapat terhambat dengan maksimum [3], [4].

Beberapa keuntungan menggunakan air garam sebagai media pendinginan cepat adalah suhunya merata, proses pendinginan merata pada semua bagian logam, tidak ada bahan yang teroksidasi, karburisasi, atau dekarburisasi pada saat proses pendinginan [5].

3.2 Analisa Hasil Uji Kekerasan Terhadap Variasi Media Pendingin Yang Di *Artificial Aging*

Pengujian *hardness* dilakukan dengan menggunakan metode *rockwell* dengan tujuan untuk menguji kekerasan pada masing-masing sampel dengan tiga lokasi titik pengujian yaitu *weld*, *Base metal* dan HAZ. Pengujian dilakukan terhadap sampel pipa API 5L Grade B dengan variasi media pendingin yaitu air laut dan oli lalu di *artificial aging* pada temperatur 400°C dan 600°C, sebagaimana dapat dilihat pada Grafik berikut:



Gambar 2 Nilai kekerasan terhadap variasi media pendingin yang di *artificial aging*

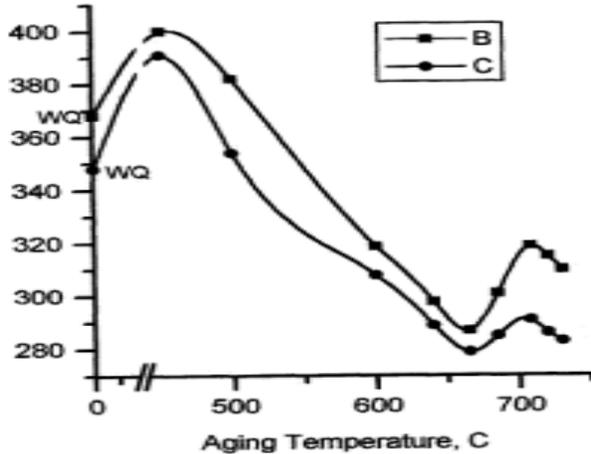
Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa hubungan antara variasi media pendingin dengan temperatur *artificial aging* baik 400°C dan 600°C berbanding lurus, dimana semakin tinggi temperatur *artificial aging* maka semakin tinggi nilai kekerasan yang diperoleh.

Untuk temperatur *artificial aging* baik 400°C dan 600°C mengalami peningkatan pada titik pengujian LAS, hal ini dipengaruhi oleh *austenite* yang akan bertransformasi secara homogen dan sempurna terhadap pendinginan air laut dalam mendinginkan sehingga mempengaruhi nilai kekerasan material tersebut karena hanya *austenite* yang dapat berubah ke martensit.

Sedangkan nilai kekerasan pada bagian HAZ dengan temperatur *artificial aging* 400°C dan 600°C mengalami peningkatan dari setiap media pendingin hal ini dikarenakan ukuran serta luasan struktur silikon (Si) yang terbentuk merata serta struktur ferrite lebih banyak dibandingkan dengan temperatur 400°C.

Adapun nilai kekerasan pipa 5L Grade B pada proses *artificial aging* terhadap variasi media pendingin yaitu air laut dan oli mengalami peningkatan pada tiga lokasi titik pengujian baik pada BASE, HAZ maupun pada LAS seiring dengan bertambah temperatur *artificial aging*, hal bertolak belakang dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Mujahid, (2007) dimana pada range I (di bawah 450°C) memiliki nilai kekerasan maksimum. Range II (450 sampai dengan 665°C) terjadi penurunan secara kontinyu disebabkan oleh terbentuknya *secondary phase* serta belum keseluruhan mengalami rekristalisasi, akan tetapi pada temperatur 708°C (stage III) terjadi *secondary*

strengthening sehingga nilai kekerasan mengalami kenaikan yang tidak cukup signifikan pada dari temperatur sebelumnya yaitu 600°C. Untuk lebih jelas tentang perbandingan nilai kekerasan setelah terjadinya proses *aging* sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 Variasi temperatur *aging* terhadap kekerasan

Berdasarkan penelitian yang telah penulis lakukan terhadap variasi *artificial aging* 400°C dan 600°C, dimana nilai kekerasan mengalami kenaikan sering dengan bertambahnya temperatur *artificial aging*, hal ini dipengaruhi oleh nilai kekerasan tertinggi pada HAZ dan las yang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

1. Proses *quenching* yang kurang optimal yaitu wadah yang terlalu kecil.
2. Tidak dilakukan pergantian media pendingin.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan analisa tentang pengaruh variasi media *quenching* terhadap kekerasan sambungan lasan pipa API 5L Grade B pada proses *aging* adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil uji kekerasan, nilai kekerasan tertinggi pada *natural aging* terjadi pada media pendingin air laut yaitu 31,08 HRC pada titik HAZ. Sedangkan untuk media pendingin oli nilai kekerasan tertinggi pada titik HAZ dan Base yaitu 24,5 HRC.
2. Dari hasil uji kekerasan, nilai kekerasan *artificial aging* pada temperatur 400°C pada titik LAS dengan media pendingin air laut sebesar 26 HRC, sedangkan pada temperatur 600°C yaitu 55,83 HRC pada titik LAS dengan media pendingin air laut.

3. Semakin tinggi temperatur *artificial aging* maka nilai kekerasan akan semakin meningkat.

DaftarPustaka

- [1] H. Hamdani, A. S. Ismy, and M. Rizki, "Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Kombinasi GTAW dan SMAW terhadap Sifat Mekanik pada Carbon Steel A53 GR B," *J. Teknol.*, vol. 22, no. 2, pp. 99–103, 2022.
- [2] Fakhrol Rezi., (2022). Analisa Pengaruh Temperatur Artificial Aging Dan Natural Aging Terhadap Kekerasan Hasil Pengelasan GTAW Pada Pipa API 5L Grade B. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [3] Callister Jr., W. D., (2000). Material Science and Engineering, 7th Edition, John Wiley & Sons Inc., New Jersey.
- [4] Daryanto. (2011). Teknik Las. Bandung: Alfabeta
- [5] Dwi. H., & Rudi. S. (2020). Pengaruh Variasi Holding Time Dan Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja SUS 630 Metode Hardening. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Volume 2 No 2.