# ANALISA PENGARUH WAKTU DAN MEDIA PENDINGIN TERHADAP HASIL HASIL PENGELASAN SMAW BERDASARKAN UJI PENETRAN DAN KEKERASAN

Yulisa[1], Razali[2]
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis[1, 2]
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis
Email: yulisalisa977@gmail.com[1], razali@polbeng.ac.id[2]

*Abstract*

*The SMAW weld is aweld with electrcal crossbow used as heat resource to melt the metal (electrode). This research is for undestanding the type of weld disability and detecting the damage on each test based on cooling time and to find the hardness rate of a material after welding is done usung 90-current and electrode type E6013 with diameter 2,6 also using V hem on the material or base metal 60 degrees. This research uses experimental method to find the result of SMAW weld based on bpenetrant and hardness test so it may be found the quality of the product resulted by weld that is done also top understand the occured weld disability as a consideration of the weld result itself. The result of analysis thas chas been done by using hardness and penetrant test where the result of the hardness test with 60 kg load cooled by oil cooling-meddia with time variotion about 3 minutes, and 7 minutes, on third minute the resulted hardness rate is 19, 63 HBN, on fifih minutes the average hardness rate is 22,58. On the sevent minute the average hardness rate is 15,33 HBN. Meanwhile, the result of penetrant test on the type of weld disabiltty occuring to the weld result is typical weld disability lack of fusion and spatter.*

*Keyword: the SMAW weld, cooling media, penetrant test, rockwel test.*

## 1. PENDAHULUAN

Las busur listrik elektroda terlindung atau lebih dikenal dengan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) merupakan pengelasan mengunakan busur nyala listrik sebagai panas pencair logam. Busur listrik terbentuk diantara elektroda terlindung dan logam induk. Karena panas dari busur listrik maka logam induk dan ujung elektroda mencair dan membeku bersama[1].

Panas yang dihasilkan dapat mencapai 5000$^{o}$C, sehingga mampu melelehkan elektroda dan logam yang akan disambung untuk membentuk paduan [2] bintoro, 1999.

Keunggulan dari pengelasan SMAW yaitu pengelasan dapat dilakukan pada berbagai posisi mulai dari posisi flat, mendatar, tegak dan di atas kepala. sumber tenaga dari SMAW (AC maupun DC) dapat ditancapkan kedinding atau dapat dijalankan disetiap tempat sepanjang terdapat bahan bakar. Sumber tenaga dan juga perawatan mesin SMAW lumayan murah.

Selain itu mesin SMAW sangat awet, relatif mudah dioperasikan dan mudah disetting. Namun dalam proses pengelasan logam hasilnya tidak terlalu baik, hal ini terjadi karena dipengaruhi oleh pemilihan elektroda yang tidak sesuai sehingga menyebabkan kualitas hasil pengelasan menjadi tidak baik.

Uji tidak merusak (*Not Destructive Testing*) adalah proses aktivitas inspeksi terhadap suatu benda atau material untuk mengetahui adanya cacat, retak, atau discontinuity lain pada permukaan benda tanpa merusak serta tidak merubah fisik maupun kimianya. Pada dasarnya, test ini dilakukan untuk menjamin bahwa material yang digunakan masih aman dan belum melewati *damage tolerance* (toleransi kerusakan).

Terdapat beberapa metode dasar uji tidak merusak (*Not Destructive Testing*) yang bertujuan untuk mendekteksi diskontiniu dan cacat pada material yang umum digunakan yaitu: pengujian dengan penetrasi cair (*Liquid Penetrant Testing*), pengujian dengan partikel magnet

(*Magnet Particel Testing*), pengujian dengan arus melingkar (*Eddy Curren Testing*), pengujian dengan gelombang ultrasonik (*UltrasonicTesting*), pengujian dengan radiografi (*Radiography Testing*).

*Non Destructive Testing* (NDT) adalah suatu instrumen pengujian material tanpa merusak benda yang diuji. Pengujian ini akan digunakan untuk melihat cacat pada material yang diteliti lebih jelas dengan melihat indikasi pada permukaan benda uji setelah disemprotkan *developer*. Untuk memastikan kualitas lasan yang baik dapat dilakukan proses pendingin.

Hasil penelitian media pendingin air dan oli menghasilkan struktur mikro berupa martensit. Pada pendinginan celup *polimer* dihasilkan struktur mikro berupa campuran bainit dan martensit. Media pendingin oli SAE 20W menunjukan koefisien ekspansi yang lebih kecil dibandingkan polimer ataupun air. Dengan mempertrimbangkan hasil pengujian, *heat treatment* dengan *quench* oli SAE 20W menunjukan performa yang paling optimum.

Berdasarkan penelitian tersebut, maka perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai karakteristik cacat las menggunakan variasi pendingin dan beda waktu pendingin pada pengelasan SMAW.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengelasan SMAW

Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) Logam induk dalam pengelasan ini mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa *fluks.*

Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada ssaat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus dan sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar. Pola pemindahan logam cair sangat mempengaruhi sifat mampu las dari logam. Logam mempunyai sifat mampu las yang tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus.

### 2.2. Baja ST 37

Baja ST.37 banyak digunakan untuk kontruksi umum karena mempunyai sifat mampu las dan kepekaan terhadap retak las. Kekuatan tarik ini adalah maksimum kemampuan sebelum material mengalami patah.

Berikut makna dari baja *ST37* struktural *DIN 17100* [6](S, Beyond) :

1. ST memiliki makna baja (dalam bahasa Jerman: *stahl*; dalam bahasa Inggris: *steel*).
2. ST.37 memiliki makna kekuatan sebesar 37 kg/mm$^2$ .

### 2.3. Baja Karbon

Baja karbon merupakan salah satu jenis baja paduan yang terdiri atas unsur besi (Fe) dan karbon (C). Dimana besi merupakan unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Proses pembuatan baja akan ditemukan pula penambahan kandungan unsur kimia lain seperti *sulfur* (S), *fosfor* (P), *slikon* (Si), mangan (Mn) dan unsur kimia lainnya sesuai dengan sifat baja yang diinginkan. Baja karbon memiliki kandungan unsur karbon dalam besi sebesar 0,2% hingga 2,14%, dimana kandungan karbon tersebut berfungsi sebagai unsur pengeras dalam struktur baja.

### 2.4. Kampuh Las

Kampuh las merupakan bagian dari logam induk yang nantinya akan disi oleh deposit las atau logam laas (*weld metal)*, kampuh las awalnya adalah berupa gabungan las (*weld pool)* yang kemudian diisi dengan logam las. Pada dasarnya dalam memilih bentuk kampuh harus menuju kepada penurunan logam las sampai kepada harga logam terendah dan tidak menurunkan mutu sambungan. Untuk kampuh-kampuh las pada saat pembakarannya dapat mengisi pada seluruh

tebalnya plat. Sebelum pengelasan dilaksanakan kampuh las harus melalui proses pengerjaan awal, karat, minyak, cat harus dihilangkan untuk memperoleh pembakaran yang baik, pada kampuh V dipakai elektroda dengan diameter yang kecil atau sesuai dengan besar sudut kampuh dan tebal plat yang akan dilas. Jenis-jenis kampuh las adalah sebagai berikut

## 2.5. Media Pendingin

Media pendingin merupakan suatu substansi yang berfungsi dalam menentukan kecepaan pendinginan yang dilakukan terhadap material yang telah diuji dalam perlakuan panas. Pemakaian media pendingin juga berguna dalam penentuan sifat dan fasa daru sturktur yang terbentuk setelah material didinginkan. Secara garis besar ada dua jenis media pendingin yang digunakan, yaitu media pendingin dengan tingkat kecepatan yang rendah dan media pendingin dengan kecepatan yang tinggi.

Apabila disusun dengan urutan yang terperinci dari media pendingin yang memiliki densitas yang tinggi sampai yang paling rendah, seperti air, oli dan udara.Untuk media pendingin dengan kerapatan yang tinggi, laju pendinginan akan berlangsung secara cepat, karena proses transfer kalor lebih mudah terjadi apabila jarak molekul lebih kecil. Dengan kecepatan poros pendingin ini, maka akan terbentuk struktur martensit yang kasar, dimana memiliki sifat yang keras dan getas. Sifat ini terjadi karena proses *rekritalisasi* yang cepat, sehingga atom karbon tidak sempat terredistribusi dalam mengikat atom penyusun logam, dan ataom-atom lain membesar, sehingga memenuhi ruang.

Semakin cepat logam didinginkan maka akan semakin keras sifat logam itu, karbon yang dihasilkan dari pendinginan cepat lebih banyak dari pendinginan lambat. Dengan alasan media pendingin tersebut digunakan sesuai dengan kemampuannya untuk memperoleh yhasul yang diharapkan.

Oli memiliki nilai viskositas atau kekentalan yang tertinggi dibandingkan dengan media pendingin lainnya dan massa jenis yang rendah sehingga laju pendinginannya lambat. Angka dibelakang huruf SAE inilah yang menunjukan tingkat kekentalannya *(viskositas).* Semangkin tinggi angkanya, semangkin kental pelumas tersebut. Penulisan angka viskositas misalnya SAE 10W-40 artinya standar olinya SAE 10 pada suhu 10°C standar sampai SAE 40 pada suhu 100°C. Angka ini berdasarkan pada angka yang ditentukan oleh *sociaty automotive engineers* (organisasi insinyur) di amerika serikat.

## 2.6. Uji Penetrasi (U.P)

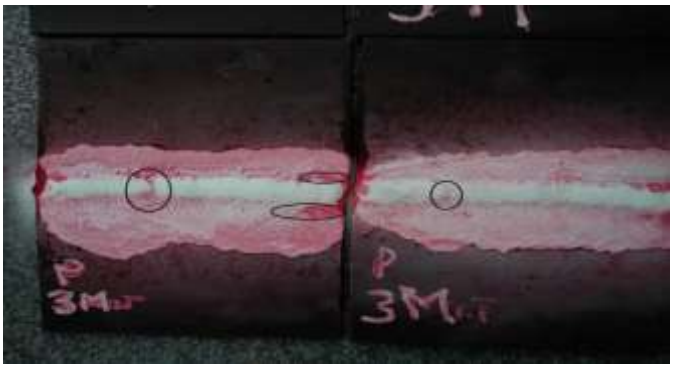
Uji penetrasi adalah suatu cara untuk mengetahui cacat las pada permukaan benda kerja hasil pengelasan atau hasil proses produksi logam dangan menggunakan sejenis cairan kimia yang bekerja berdasarkan rembes-an atau secara kapilaritas. Uji Penetrasi dapat di lakukan pada material yang mengandung besi (*ferro*) atau material yang tidak mengandung besi (*nonferro*) termasuk kaca, keramik, dan plastik. Sertifikasi sesuai acuan NDT 5 METODA–ISO 9712.

## 3. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini mengunakan metode eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui jenis cacat yang terjadi pada hasil lasan guna untuk menjaga kualitas atau mutu dari produk hasil lasan. Dalam penelitian ini peneliti mengukur dan menginspeksi kemudian menarik kesimpulan dari hasil analisis dan pengukuran yang dilakukan. Penelitian ini melakukan pengelasan kemudian hasil lasan didinginkan mengunakan media pendingin oli yang didiam kan dengan beberapa variasi waktu selama 3 menit, 5 menit, 7 menit. Elektroda yang digunakan pada proses pengujian adalah elektroda tipe E6013, diameter 2,6 mm, arus yang dipakai adalah DC dengan ketebalan plat 8 mm. Kemudian dilakukan uji penetran duntuk mengetahui jenis cacat yang terjadi, selanjutnya dilakukan uji kekerasan untuk mengetahui nilai kekerasan dimana skala yang digunakan adalah skala c.

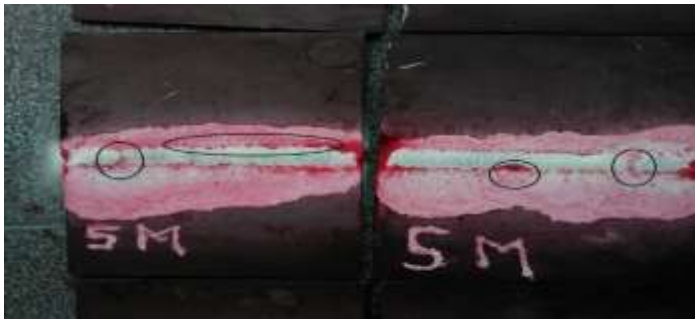
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan oleh pengelola program studi sampai dinyatakan selesai yang direncanakan berlangsung selama ± 4 bulan. Tempat pelaksanaan tugas akhir ini dilakukan di kampus Politeknik Negeri Bengkalis di Bengkel Pengelasan Teknik Perkapalan dan Laboratorium Uji Bahan Teknik Mesin.



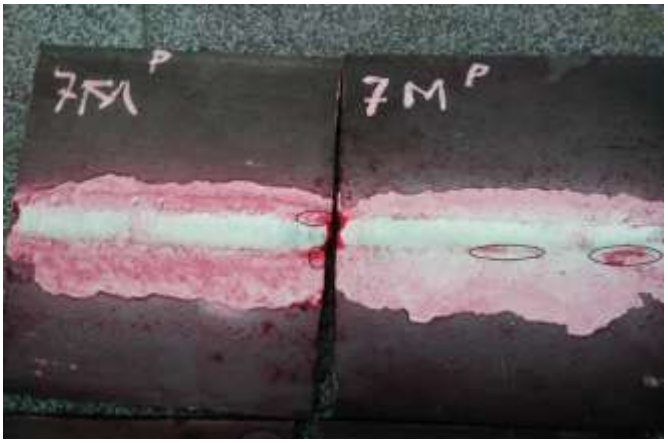
Gambar 1. Pengujian penetran dengan waktu 3 menit

Dari hasil uji penetrasi didapatkan pada gambar 1 hasil cacat las yang berupa cacat las lack of fusion dan spatter. Dimana cacat las lack of fusion ini terjadi karena tidak menyatukan logam secara keseluruhan dibagikan permukaan root hal ini disebabkan oleh kurangnya proses penetrasi pada kedua spesimen. Sedangkan penyebab terjadinya cacat las spatter ini karena percikan las dan kuatnya arus yang diberikan.




Gambar 2. Pengujian penetran dengan waktu 5 menit.

Dari hasil uji penetrasi pada gambar 2 didapatkan hasil cacat las yang berupa cacat las lack of fusion dan spatter. Dimana cacat las lack of fusion ini terjadi karena tidak menyatukan logam secara keseluruhan dibagikan permukaan root hal ini disebabkan oleh kurangnya proses penetrasi pada kedua spesimen. Sedangkan penyebab terjadinya cacat las spatter ini karena percikan las dan kuatnya arus yang diberikan.




Gambar 3. Pengujian penetran dengan waktu 7 menit.

Pada Tabel 3 praktikum NDT (*Non Destructive Test)* ini menggunakan metode *liquid penetrant test* dan bahan uji baja ST.37. Area yang diamati adalah pada spesimen didaerah pengelasan dimana harus yang peneliti gunakan adalah 90 A. Dan peneliti juga menggunakan variasi media pendingin, waktu media pendingin yang digunakan pada dua spesimen dengan waktu yang digunakan selama 7 mnt. Cacat yang ditimbulkan pada hasil pengujian diatas adalah cacat spatter pada dua spesimen yang sama.

Tabel 1. Uji *rockwell* dengan waktu 3 menit

| Spesimen | Nilai kekerasan (HBN) | | | Rata-Rata |
|---|---|---|---|---|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 1 | 25,5 | 27 | 28 | 26,8 |
| 2 | 16 | 11 | 33,5 | 20,1 |

Dimana pada eksperimen pertama pada pengujian titik pertama nilai kekerasan yang dihasilkan sebesar 25,5 HRC 25,5 Merupakan angka kekerasan rockwell dan HRC artinya pengujian dilaksanakan pada skala C dari pengujian kekerasan rockwell. Semakin tinggi angka pada setiap skala berati semangkin keras material yang diuji.

Tabel 2. Uji *rockwell* dengan waktu 5 menit

| Spesimen | Nilai kekerasan (HBN) | | | Rata-Rata |
|---|---|---|---|---|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 1 | 22 | 20 | 28 | 23,3 |
| 2 | 15 | 20 | 30,5 | 21.83 |

Dimana pada eksperimen pertama pada pengujian titik pertama nilai kekerasan yang dihasilkan sebesar 22 HRC 22 Merupakan angka kekerasan rockwell dan HRC artinya pengujian dilaksanakan pada skala C dari pengujian kekerasan rockwell. Semakin tinggi angka pada setiap skala berati semangkin keras material yang diuji.

Tabel 3. Uji *rockwell* dengan waktu 7 menit

| Specimen | Nilai kekerasan (HBN) | | | Rata-Rata |
|---|---|---|---|---|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 1 | 14 | 21,5 | 21 | 18,83 |
| 2 | 12,5 | 13 | 10 | 11,83 |

Dimana pada eksperimen pertama pada pengujian titik pertama nilai kekerasan yang dihasilkan sebesar 12,5 HRC 12,5 Merupakan angka kekerasan rockwell dan HRC artinya

pengujian dilaksanakan pada skala C dari pengujian kekerasan rockwell. Semakin tinggi angka pada setiap skala berati semangkin keras material yang diuji.

Tabel 4. Nilai rata-rata uji *rockwell*

| Spesimen | Waktu | Nilai kekerasan (HBN) | | | Rata-Rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 1 | 3 menit | 25,5 | 27 | 28 | 19, 63 |
| 2 | | 16 | 11 | 33,3 | |
| 3 | 5 menit | 22 | 20 | 28 | 22,58 |
| 4 | | 15 | 20 | 30,5 | |
| 5 | 7 menit | 14 | 21,5 | 21 | 15,33 |
| 6 | | 12,5 | 13 | 10 | |

Berdasarkan dari nilai-nilai rata-rata yang diperoleh pada pengukuran kekerasan permukaan rata-rata nilai kekerasan tertinggi berada pada hasil lasan yang didinginkan dengan pendingin oli selama 5 menit deengan nilai kekerasan sebesar 22,58 HBN.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan, pengujian dan analisis data serta pembahasan maka dari uraian yang telah disampaikan pada bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari analisis dan pengolahan data dapat peneliti nyatakan bahwa nilai kekerasan yang mengalami peningkatan pada proses pendinginan mengunakan media oli yang didiamkan selama 5 menit nilai kekerasan mengalami peningkatan dengan nilai rata-rata sebesar 22,85 HRC dimana dalam pengujian kode C yang digunakan.
2. Sedangkan nilai kekerasan terendah terjadi pada media pendingin oli yang didiamkan selama 7 menit menghasilkan nilai kekerasan sebesar 15,33 HRC.
3. Dari hasil pengujian penetran terdapat beberapa jenis cacat pada pengelasan, hasil lasan dengan media pendingin oli yang didiamkan dengan vartiasi waktu 3 menit, 5 menit, ditemukan jenis cacat lack of fusion dan spatter, sedangkan menit ke 7 ditemukan jenis cacat pada spatter.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Perdianto, 2015. *Proposal Tugas Akhir*. Bengkalis: Politeknik Negeri Bengkalis.

Perdianto, 2015. Sukaini, 2013. *Teknik Las SMAW*. Malang: Kementrian dan Kebudayaan.

Sanjaya, 2013 *Proses las SMAW*. *http://navale-engineering .blogspot.co.id. /2013/02/las-smaw.html.* Diakses pada 5 januari 2018.

Septianto 2013. Pengaruh media pendingin pada *heat treatment* terhadap struktur mikro dengan sifat mekanik *priction wedge AISI* 1340. Jurusan teknik material dan metalurgi fakulitas teknologi industri, institut teknologi sepuluh nopember.