

Pendinginan Pengelasan dengan Metode SMAW pada Kekerasan Baja Karbon ST37 dengan Media Serbuk Semen Abu-Abu pada Beban Rockwell 100 kgf

Muh Anhar

Perawatan dan Perbaikan Mesin, Politeknik Negeri Ketapang, Jl. Rangka Sentap Dalong
Email: anhar_dol@yahoo.com

Abstract

Welding is an inseparable part of the growth of industrial improvements because it plays a leading role in the engineering and repair of metal production. This study aims to determine the effect of cooling media on the hardness of weld metal and HAZ (heat Affected Zone) which tested hardness using the Rockwell method. This research was conducted on ST 37 low carbon steel material which was welded using 2.6 mm diameter E6013 electrode with blunt connection, then cooled using gray cement powder. Metal materials mounted with white cement powder medium have more hardness compared with gray cement powder medium, gray cement contains C3S which has a hard hydrated and rather hot content. After testing it can be obtained as a value or value from specimen material is 48.3 HRB, welding without media isolator 42.96 HRB and HAZ 46.4 HRB 46.4 HRB . Weld specimens with gray cement powder media 41.5 HRB and HAZ = 43.45 HRB. Seen from the phenomenon of gray cementation has a lower hardness value than air, where the HAZ in the hardness of gray cement has a value of 43.45 HRB while the value on air is 46.4 HRB.

Keywords: SMAW welding; cooling media; rockwell method hardness test; gray cement

Abstrak

Pengelasan merupakan bagian tak terpisahkan dari pertumbuhan peningkatan industri karena memegang peran utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh media pendingin terhadap kekerasan logam las dan logam HAZ (heat Affected Zone) yang diuji kekerasan menggunakan metode Rockwell. Penelitian ini dilakukan pada material baja karbon rendah ST 37 yang dilas menggunakan elektroda E6013 diameter 2,6 mm dengan sambungan tumpul, kemudian diberikan pendinginan menggunakan serbuk semen abu-abu. Logam las yang didinginkan dengan media serbuk semen putih memiliki kekerasan yang lebih keras dibandingkan dengan media serbuk semen abu-abu, semen abu-abu mengandung C3S yang memiliki kadar sulit terhidrasi dan agak panas. Setelah dilakukan pengujian pada beberapa titik, hasil berupa nilai rata-rata dari spesimen raw material adalah 48,3 HRB, pengelasan tanpa media isolator = 42,96 HRB dan HAZ = 46,4 HRB. Spesimen las dengan media serbuk semen abu – abu = 41,5 HRB dan HAZ = 43,45 HRB. Dilihat dari fenomena tersebut semen abu-abu memiliki nilai kekerasan yang lebih rendah dari pada udara, dimana HAZ pada kekerasan semen abu-abu memiliki nilai 43,45 HRB sedangkan nilai pada udara 46,4 HRB.

Kata kunci: SMAW welding; cooling media; rockwell method hardness test; gray cement

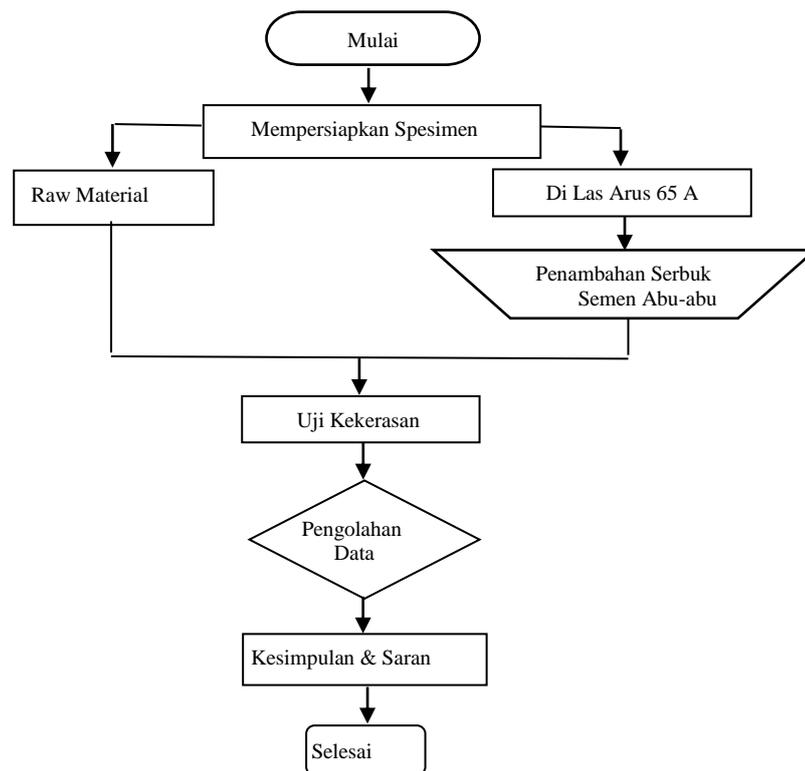
1. Pendahuluan

Pengelasan merupakan proses penyambungan logam. Proses pengelasan banyak faktor yang mempengaruhi kualitas hasil pengelasan diantaranya: mesin las yang digunakan, bahan yang digunakan, prosedur pengelasan, cara pengelasan, arus pengelasan dan juru las [1]. Kualitas dari hasil pengelasan dapat diketahui dengan cara memberikan gaya atau beban pada hasil lasan tersebut. Gaya atau beban yang diberikan dapat berupa pengujian tarik dan ketangguhan pada bahan tersebut [2]. Las SMAW, proses pengelasan busur listrik dengan penggabungan atau perpaduan logam yang dihasilkan oleh panas dari busur listrik yang dikeluarkan ujung elektroda terbungkus dan permukaan logam dasar yang dilas dengan menggunakan arus listrik sebagai sumber tenaga [3-5]. Jenis arus listrik yang digunakan 5 ada 2 yaitu arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC) [6]. Pengelasan dengan arus searah pemasangan kabel pada mesin las ada 2 macam yaitu polaritas lurus (DC-) dan polaritas terbalik (DC+). Pada polaritas terbalik (DC+) panas yang diberikan mesin las $\frac{1}{3}$ untuk memanaskan benda dan $\frac{2}{3}$ untuk memanaskan elektroda. SMAW merupakan suatu teknik pengelasan dengan menggunakan arus listrik berbentuk busur arus dan elektroda berselaput dan sudah banyak yang menggunakan sistem pengelasan SMAW karena pengelasan ini sangat mudah dan lebih efektif [7]. Semen (cement) adalah hasil industri dari paduan bahan baku: batu kapur atau gamping sebagai bahan utama dan lempung atau tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk atau bulk, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air [8]. Semen abu-abu dijadikan pengujian

pada pengelasan SMAW bertujuan mengetahui hasil dari nilai kekerasan yang diperoleh dengan pengujian rockwell sebagai bentuk penganalisaan suatu media pendinginan [9-11]. Pembuatan semen abu-abu, hanya dalam kandungan semen abu-abu memiliki kandungan besi. Pengujian ini dibuat untuk mengetahui fungsi serbuk semen abu-abu sebagai media pendingin pada pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) selain dengan pendinginan udara.

2. Material dan Metodologi

Metode yang dipakai pengujian kekerasan rockwell adalah sebagai kemampuan suatu bahan terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap. Dengan kata lain, ketika gaya tertentu diberikan tekanan pada suatu benda uji yang mendapat pengaruh pembebanan, benda uji akan mengalami deformasi/perubahan. Kita dapat menganalisis seberapa besar tingkat kekerasan dari bahan tersebut melalui besarnya beban yang diberikan terhadap benda yang menerima pembebanan tersebut. Dan material yang digunakan dalam penelitian ini yakni material baja karbon ST37 serta media serbuk semen abu-abu sebagai komposit pendinginannya. Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Proses Pengelasan Dengan Semen Abu-abu

Kebanyakan semen abu-abu hanya sebagai bahan untuk menyatukan pasir yang biasa digunakan dalam membuat bangunan. Tetapi pada dasarnya semen ini dapat digunakan sebagai bahan pendingin pada proses pengelasan. Disini akan dilakukan pengelasan dengan menggunakan media pendingin berupa semen abu-abu. Pengelasan merupakan proses penyambungan logam dengan menggunakan panas sebagai media penyatunya.

3.2 Pengujian Rockwell

Pengujian kekerasan dengan metode rockwell bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indentor berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut pada pengujian ini menggunakan mesin *Rockwell Motor Driven Hardness Tester* model HRD-150. Gambar 2 menunjukkan mesin rockwell.

3.3 Pengujian Raw Materials

Langkah pemberian beban awal pada raw material untuk mengetahui angka awal dari kekerasan bahan sebelum bahan diberi beban yang lebih berat. Untuk pemberian beban awal pada material diberi beban 10 kgf dengan waktu lama penekanan 5 detik. Pada raw material dengan mesin rockwell. Setelah pemberian beban awal selesai maka langkah selanjutnya yaitu memberikan beban akhir yaitu sebesar 100 kgf dengan lama waktu tunggu selama 5 detik.

Gambar memperlihatkan proses penambahan beban. Saat proses penekan berlangsung pastikan benda uji benar - benar dalam posisi yang pas dan tidak bergerak. Karena, jika benda uji tidak pas dan bergerak maka akan menyebabkan angka pengukuran berubah pada saat penekanan. Gambar 3 menunjukkan posisi saat melakukan uji kekerasan dengan mesin rockwell.



Gambar 2. Mesin rockwell



Gambar 3. Uji kekerasan



Gambar 4. Angka hasil penekanan

Setelah semuanya selesai maka didapatkan hasil berupa angka kekerasan pada mesin rockwell yang dapat dilihat pada dial-gauge. Gambar 4 menunjukkan hasil akhir pengujian kekerasan.

Baja karbon rendah memiliki kepekaan las yang rendah bila dibandingkan dengan baja karbon lainnya, atau dengan baja karbon paduan. Tetapi retak las pada baja karbon rendah dapat terjadi dengan mudah pada pengelasan plat tebal atau di dalam baja tersebut terdapat belerang bebas yang cukup tinggi, namun hal ini bisa dihindari dengan pemanasan mula atau dilas dengan elektroda hydrogen rendah [12]. Gambar 5 menunjukkan bahan uji raw material. Dari proses pertama hingga terakhir yang telah dilakukan pada raw material telah didapatkan 10 titik data dengan pengujian kekerasan rockwell berat beban 100 Kgf dan lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 1.

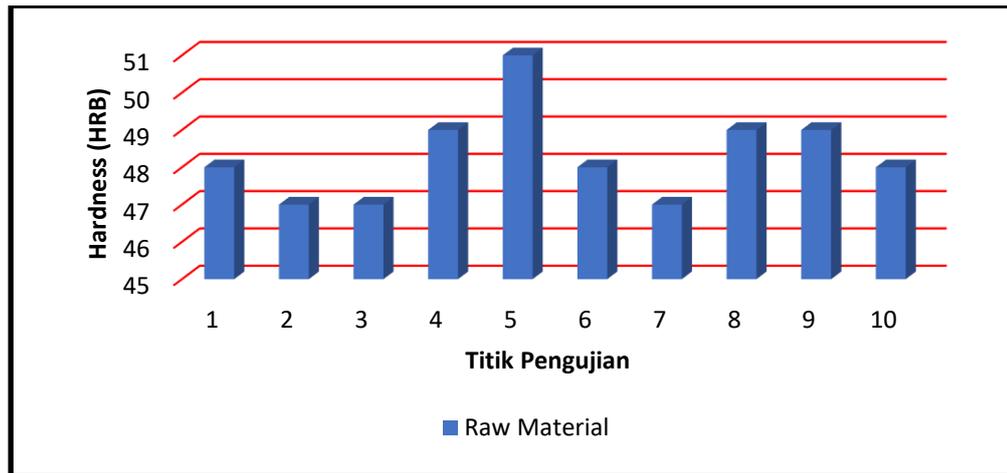


Gambar 5. Raw material

Tabel 1. Data Raw Material

Titik	Daerah	Spesimen
		Raw Material
1	Plat Baja Karbon Rendah	48 HRB
2		47 HRB
3		47 HRB
4		49 HRB
5		51 HRB
6		48 HRB
7		47 HRB
8		49 HRB
9		49 HRB
10		48 HRB
Rata - Rata		48.3 HRB

Raw material adalah salah satu spesimen uji yang akan digunakan untuk penelitian dan digunakan untuk perbandingan dengan spesimen uji las dengan media semen abu – abu dan udara. Gambar 6 menunjukkan angka kekerasan pada spesimen uji raw material.



Gambar 6. Spesimen raw material

3.4 Uji Hasil Las dan Haz Tanpa Perlakuan

Langkah pemberian beban awal pada logam las untuk mengetahui angka awal dari kekerasan bahan sebelum bahan diberi beban yang lebih berat. Untuk pemberian awal pada material diberi beban 10 kgf dengan waktu lama penekanan 5 detik. Gambar dibawah memperlihatkan pemberian beban awal pada logam las tanpa media isolator dengan mesin rockwell. Setelah pemberian beban awal selesai maka langkah selanjutnya yaitu memberikan beban akhir yaitu sebesar 100 kgf dengan lama waktu tunggu selama 5 detik. Proses penambahan beban ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pemberian beban penambahan



Gambar 8. Posisi uji kekerasan



Gambar 9. Angka hasil penekanan

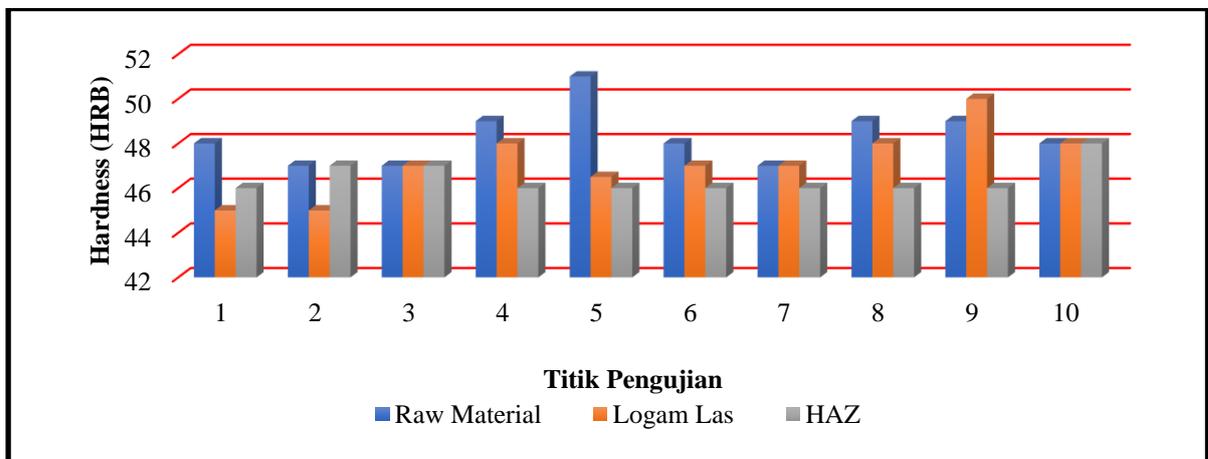
Saat proses penekanan berlangsung pastikan benda uji benar benar dalam posisi yang pas dan tidak bergerak, ini yang akan menyebabkan angka pengukuran berubah pada saat penekanan jika posisi benda uji tidak dalam posisi sejajar. Gambar 8 menunjukkan posisi saat melakukan uji kekerasan dengan mesin rockwell. Setelah semuanya selesai maka didapatlah hasil yang berupa angka kekerasan pada mesin rockwell yang dapat dilihat pada dial-gauge. Hasil akhir pengujian kekerasan ditunjukkan pada Gambar 9.

Data yang didapat dari pengelasan tanpa media isolator telah didapatkan hasil data yang telah dilakukan uji kekerasan rockwell berat beban 100 kgf ,dan lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data tanpa media isolator

Titik	Logam las / satuan	HAZ / satuan
1	45 HRB	46 HRB
2	45 HRB	47 HRB
3	47 HRB	47 HRB
4	48 HRB	46 HRB
5	46.5 HRB	46 HRB
6	47 HRB	46 HRB
7	47 HRB	46 HRB
8	48 HRB	46 HRB
9	50 HRB	46 HRB
10	48 HRB	48 HRB
Rata – Rata	42.96 HRB	46.4 HRB

Walau tanpa media pendingin seperti semen abu-abu dan putih yang digunakan untuk mendinginkan atau penahan panas pada logam las, media yang digunakan hanyalah udara yang memiliki angka kekerasan 42,96 HRB pada bagian lasan dan dibagian HAZ memiliki angka kekerasan 46,4 HRB yang lebih tinggi dibandingkan pada bagian logam las. Grafik nilai kekerasan pada logam las tanpa media isolator ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Spesimen tanpa media isolator dan HAZ

3.5 Ujian Hasil Las dan Haz dengan Serbuk Semen Abu-abu

Langkah pemberian beban awal pada sambungan las dengan media serbuk semen abu-abu untuk mengetahui angka awal dari kekerasan bahan sebelum bahan diberi beban yang lebih berat. Untuk pemberian awal pada material diberi beban 10 kgf dengan waktu lama penekanan 5 detik. Gambar 11 menunjukkan pemberian beban awal pada sambungan las dengan media serbuk semen abu-abu.



Gambar 11. Pemberian beban awal



Gambar 12. Penambahan beban



Gambar 13. Benda Uji

Setelah pemberian beban awal selesai maka langkah selanjutnya yaitu memberikan beban akhir yaitu sebesar 100 kgf dengan lama waktu tunggu selama 5 detik. Gambar 12 menunjukkan proses penambahan beban. Sama halnya dengan pengujian raw material saat proses penekan pastikan benda uji benar-benar dalam posisi yang pas dan tidak bergerak. Karena, jika benda uji tidak dalam posisi yang benar dan bergerak akan menyebabkan angka pengukuran berubah pada saat penekanan. Gambar 13 menunjukkan posisi saat melakukan uji kekerasan dengan mesin rockwell. Setelah semuanya selesai maka didapatlah hasil yang berupa angka kekerasan pada mesin rockwell yang dapat dilihat pada dial-gauge. Gambar 14 menunjukkan hasil akhir pengujian kekerasan.



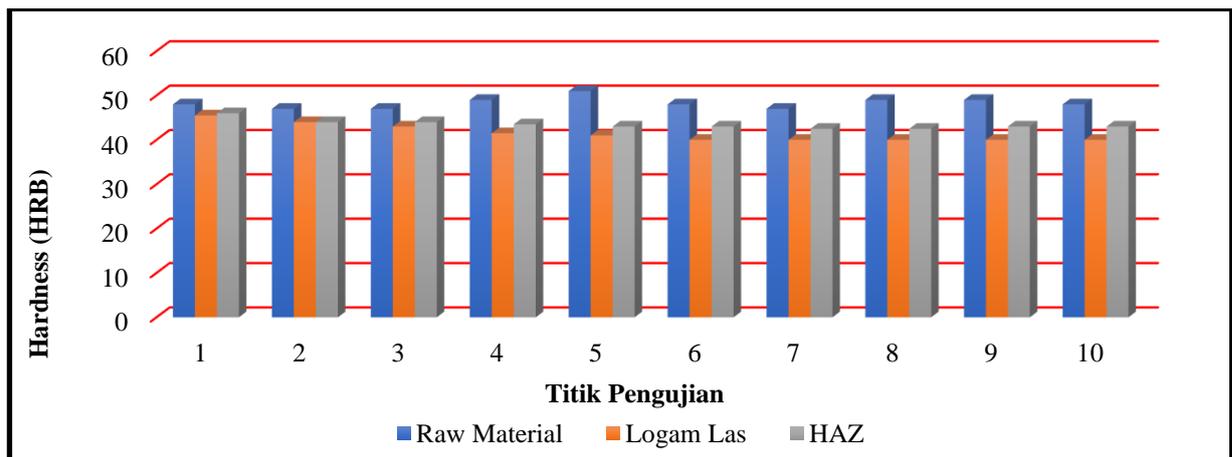
Gambar 14. Angka hasil penekanan

Data yang didapat dari pengelasan dengan metode pendingin serbuk semen abu-abu telah didapatkan hasil data yang telah dilakukan uji kekerasan rockwell berat beban 100 kgf dan lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data semen abu-abu

Titik	Semen abu-abu / satuan	HAZ semen abu-abu / satuan
1	45.5 HRB	46 HRB
2	44 HRB	44 HRB
3	43 HRB	44 HRB
4	41.5 HRB	43.5 HRB
5	41 HRB	43 HRB
6	40 HRB	43 HRB
7	40 HRB	42.5 HRB
8	40 HRB	42.5 HRB
9	40 HRB	43 HRB
10	40 HRB	43 HRB
Rata – Rata	41.5 HRB	43.45 HRB

Nilai kekerasan pada sambungan las dengan media semen abu-abu memiliki kekerasan 41,5 HRB yang lebih rendah dibandingkan dengan bagian HAZ yang memiliki kekerasan 43,45 HRB lebih tinggi. Semen abu-abu mengandung C₃S memiliki kadar yang sulit terhidrasi dan agak panas, jadi karena semen ini juga agak panas maka memberikan pendinginan yang sangat lama pada proses perlakuan las. Semakin lama pendinginan maka semakin menurun angka kekerasan. Gambar 15 menunjukkan grafik nilai kekerasan logam las dan HAZ dengan media semen abu-abu.



Gambar 15. Grafik spesimen semen abu – abu dan HAZ

4. Kesimpulan

Pendinginan pengelasan dengan metode SMAW akan mempengaruhi logam las yang didinginkan dengan media serbuk semen abu-abu memiliki kekerasan yang tidak terlalu signifikan, dikarenakan memiliki sifat panas semen abu-abu mengandung C₃S yang memiliki kadar sulit terhidrasi dan agak panas, dan dengan dilakukan pengujian pada beberapa titik didapatkan hasil berupa nilai rata-rata dari spesimen raw material adalah 48,3 HRB, pengelasan tanpa media isolator = 42,96 HRB dan HAZ = 46,4 HRB. Spesimen las dengan media serbuk semen abu-abu = 41,5 HRB dan HAZ = 43,45 HRB, serta dilihat dari fenomena tersebut semen abu-abu memiliki nilai kekerasan yang lebih rendah dari pada udara dan, dimana HAZ pada kekerasan semen abu-abu memiliki nilai 43,45 HRB sedangkan nilai pada udara 46,4 HRB.

Ucapanterimakasih

Penulis mengucapkan banyak kepada laboratorium Perawatan dan Perbaikan Mesin Politeknik Negeri Ketapang dan juga tak lupa terimakasih kepada Team Klinik Penulisan Artikel Nasional yang dilaksanakan di Bandung pada tanggal 20-22 Juni 2019.

Daftar Pustaka

[1] Lawrence, H. Van Vlack. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Terjemahan Oleh Sriati Djaprie. Jakarta : Erlangga, 1986

- [2] M. Zaenal Mawahib, Sarjito Jokosisworo, Hartono Yudo, "Pengujian Tarik dan Impak pada Pengerjaan Pengelasan SMAW dengan Mesin Genset Menggunakan Diameter Elektroda yang Berbeda," *Jurnal Ilmu Pengetahuan & Teknologi Kelautan, Kapal*, Vol. 14, No. 1, pp. 26 – 32, Februari 2017.
- [3] Malau, V., "*Diktat Kuliah Teknologi Pengelasan Logam*," Yogyakarta, 2003.
- [4] Fajar Riyadi, Dony Setyawan, "Analisa Mechanical dan Metallurgical Pengelasan Baja Karbon A36 dengan Metode SMAW," *Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.academia.edu*, pp.1 – 12, 2013
- [5] Abdul Hamid, "Analisa Pengaruh Arus Pengelasan SMAW pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan," *Jurnal Teknik Elektro Universitas Mercubuana*, Vol.7, No.1, pp.26 – 36 Januari 2016
- [6] H Sapitra, A Syarief, "Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja ST & Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*, Vol. 03, No.2, pp. 91-98, 2014.
- [7] Helanianto, "Pengaruh Variasi Isolator Panas pada Hasil Pengelasan Metode SMAW terhadap Kekuatan Sambungan Logam yang Dihasilkan, *Jurnal Cyber-Tech*", Vol. 11, No. 02, pp.1 – 11, 2017.
- [8] Li Ke Yan, Xue Dongfeng "Hardness Of Materials: Studies at Levels from Atoms to Crystals," *January 2009*, Vol. 54, No. 1, pp 131–136, 2009.
- [9] Saputra, Hendi and Syarief, Akhmad, "Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*, Vol. 3, No. 2, pp. 91-98. ISSN 2338-2236, 2014.
- [10] Saputra, Hendi and Syarief, Akhmad, "Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*, Vol. 3, No. 2, pp. 91-98. ISSN 2338-2236, 2014.