



ANALISA KEKERASAN, STRUKTUR MIKRO DAN KESESUAIAN KOMPOSISI PADA MATERIAL *DISC OVERLAY GATE VALVE SS410*

Toni Sanjaya*, Djuhana, Edi Tri Astuti

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia
E-mail : tonisanjaya0307@gmail.com¹

Masuk : 8 Agustus 2021

Direvisi : 19 September 2021

Disetujui : 2 September 2021

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat fisis dan mekanis logam SS410 menggunakan proses pengelasan SMAW dan elektroda kandungan Cr 13% untuk pembuatan produk disc gate valve. Dalam penelitian ini akan diperlihatkan pengaruh variasi cetakan terhadap porositas, nilai kekerasan, komposisi kimia (PMI test), dan struktur mikro terhadap material. Hasil analisis pengujian komposisi kimia menunjukkan ada 8 unsur, tetapi mengacu pada ASTM A276 TP 410 hanya 5 unsur yang dominan yaitu (C) 0,08-0,15%, (Mn) 1,00%, (P) 0,040%, (S) 0,030%, (Si) 1,00%, dan (Cr) 11,5-13,5%. Dilihat dari unsur yang ada didalam material ini maka dapat digolongkan sebagai logam Stainless steel. Dan jika dilihat dari hasil pengujian struktur mikro, maka pada disc Overlay terlihat memiliki diameter butiran lebih besar, padat sehingga nilai kekerasannya lebih kuat. Namun pada saat pengelasan sering terjadi crack pada daerah pengelasan yang bersifat porus. Dari ASTM A276 TP 410 dinyatakan bahwa nilai kekerasan material ini minimum 35 HRC atau sama dengan 323 HB.

Kata Kunci : Pengelasan, PMI test, *portable hardness brinell*, tiga spsimen, *porosity*, *crack* struktur mikro.

Abstract: *The study aims to analyze the physical and mechanical properties of the SS410 metal using SMAW welding process and Cr 13% content electrode for the manufacture of discgate valve products. In this study will be shown the effect of mold variations on porosity, hardness values, chemical composition (PMI test), and microstructure on materials. Results analisis testing chemical composition show there are 8 elements, but referring to ASTM A276 TP 410 only 5 dominant elements namely (C) 0.08-0.15%, (Mn) 1.00%, (P) 0.040%, (S) 0.030%, (Si) 1.00%, and (Cr) 11.5-13.5%. Judging from the elements contained inthis material it can be classified as stainlees steel metal. And if viewed from the results of microstructure testing, then on the overlay disc looks to have a larger grain diameter, solid so that the hardness value is stronger. But at the time of welding often occurs cracks in welding areas that are porus. From ASTM A276 TP 410 stated that the material hardness value is minimum 35 HRC or equal to 323 HB*

Keywords: *Welding, PMI test, portable hardness Brinell, three specimens porosity, microstructure, crack.*

PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat membawa manusia kepada peradaban yang baru, dimana manusia memerlukan bantuan peralatan-peralatan yang canggih. Beberapa industri

menggunakan bahan berbasis logam terutama untuk alat-alat perkakas dan komponen-komponen otomotif. Stainless steel banyak digunakan dalam komponen mesin seperti roda gigi, poros dan komponen lainnya yang memerlukan sifat kekerasan, keuletan, dan ketahanan korosi. Permasalahan yang sering muncul yaitu aspek kelelahan yang disebabkan keausan karena terkena pengaruh gaya luar sehingga terjadi deformasi atau perubahan bentuk. Terjadinya hal ini disebabkan karena adanya ketidaksesuaian pemilihan bahan dan fungsi material. Contohnya ketidaksesuaian nilai kekerasan material yang mengakibatkan lemahnya material atau mudah terjadi deformasi. Ketidaksesuaian nilai komposisi material dapat mengakibatkan penurunan kualitas material seperti rendahnya nilai Cr, dan Ni yang dapat mengakibatkan terjadi korosi atau karat. Terdapat ketidakseimbangan struktur mikro antara pearlit, ferrit, austenit, dan cementite, sehingga mempengaruhi nilai kekerasan dan nilai komposisi pada struktur penyusun material. Hal ini dapat dicegah dengan pengujian tak merusak NDT (Non Destructive Testing) terhadap produk baik sebelum melakukan perancangan atau pada saat perancangan. Hal ini bertujuan untuk mengantisipasi terjadinya kegagalan akibat kesalahan atau cacat material [1, 2].

Sifat baja sangat tergantung pada unsur-unsur yang terkandung didalamnya. Baja karbon biasanya mempunyai kekurangan diantaranya kekerasan baja tidak merata, sifat mekanis yang rendah, kurang tahan terhadap tekanan, kekerasan, korosi dan lain sebagainya. Penambahan unsur campuran digunakan untuk memperbaiki sifat pada baja (Amanto & Daryanto, 2003: 114).

Salah satu pengujian yang dapat digunakan untuk menganalisis kandungan unsur didalam logam adalah Teknik X-Ray Fluorescence (XRF). XRF merupakan alat uji yang digunakan untuk mengetahui kandungan unsur dan persentasenya dalam suatu material. Penggunaan X-Ray Fluorescence dalam penelitian ini berdasarkan pertimbangan bahwa teknik ini mempunyai batas deteksi hingga satuan ppm (part per million) (Fitri, 2016: 3). Teknik XRF mempunyai beberapa kelebihan diantaranya biaya relatif murah, multielemental (dapat mendeteksi berbagai macam material), analisisnya cepat dan hasil analisisnya bersifat kualitatif dan kuantitatif. Disisi lain, penggunaan XRF juga memiliki kekurangan yakni tidak dapat mendeteksi unsur karbon dalam logam. Kandungan karbon (C) dalam baja sangat mempengaruhi sifat fisik pada baja, sehingga untuk melengkapi pengujian komposisi unsur dalam logam, (Masrukan dkk, 2007: 5) [3, 4].

Baja SS 410 merupakan baja yang paling banyak diproduksi di beberapa negara. Baja spesimen ini merupakan baja yang paling banyak digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan perkakas sehari-hari. Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis tertarik untuk meneliti berapa perbandingan nilai kekerasan pada logam baja karbon SS 410 dengan menggunakan metode Hard Brinell akibat adanya variasi kandungan unsur-unsur material pembentuk. Unsur-unsur pembentuknya tersebut diuji menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF), sehingga penulis mengambil judul penelitian “Identifikasi Kandungan Unsur Logam Menggunakan XRF Sebagai Penentu Tingkat Kekerasan Baja Paduan”.

Dilihat dari ASTM Book of Standards Volume 11.06 : 2017 memperlihatkan bahwa nilai yang diizinkan untuk komposisi kimia terdapat 8 unsur, tetapi hanya 5 unsur yang dominan pada ASTM A276 TP 410 yaitu (C) 0,08-0.15%, (Mn) 1,00%, (P) 0.040%, (S) 0.030%, (Si) 1.00%, dan (Cr) 11.5-13.5%. Dan nilai kekerasan untuk material ASTM A276 TP 410 sebesar 35 HRC dan dikonversikan ke nilai Hard Brinell sebesar 323 Hb. (ASTM Book of Standards Volume 11.06 : 2017:73) [1].

Tabel 1. Standar nilai kekerasan terhadap perlakuan panas

Type ^A	Heat Tretment Tempratur ^B °F [°C], min	Quenchant	Hardness HRC, min
403	1750 [955]	Air	35
410	1750 [955]	Air	35
414	1750 [955]	Oil	42
420	1825 [995]	Air	50

Sumber : ASTM Book of Standards Volume 11.06 : 2017



Gambar 1. Spesimen Uji *disc overlay gate valve*

Pengujian PMI meliputi uji kandungan komposisi, uji kekerasan dan uji struktur mikro. Uji kandungan komposisi material dilakukan menggunakan portable PMI analyzer yang ditembakkan langsung terhadap material uji dengan menggunakan X Ray. Uji kekerasan material dilakukan menggunakan Hardness tester dan untuk uji Stuktur Mikro (metalografi) dengan kondisi material yang sebelumnya dilaping lalu diproses Etsa kemudian dilakukan pembesaran menggunakan mikroskop.

METODOLOGI

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah pengujian dengan metode PMI (Positive material Identification), Hardness test, dan Stuktur mikro membandingkan hasil dari pengujian dengan standar material. Tahap persiapan penelitian dilakukan dengan menyiapkan semua alat dan bahan yang dibutuhkan. Alat-alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah portable XRF analyser, portable hardness test, mikroskop dan alat pendukung yang lainnya. Bahan yang digunakan yaitu material disc gate valve dengan grade material ASTM A216 Gr WCB yang dilakukan proses welding overlay dengan material kawat las ASTM A276 Tp 410. Berikut diagram alir penelitian ini.

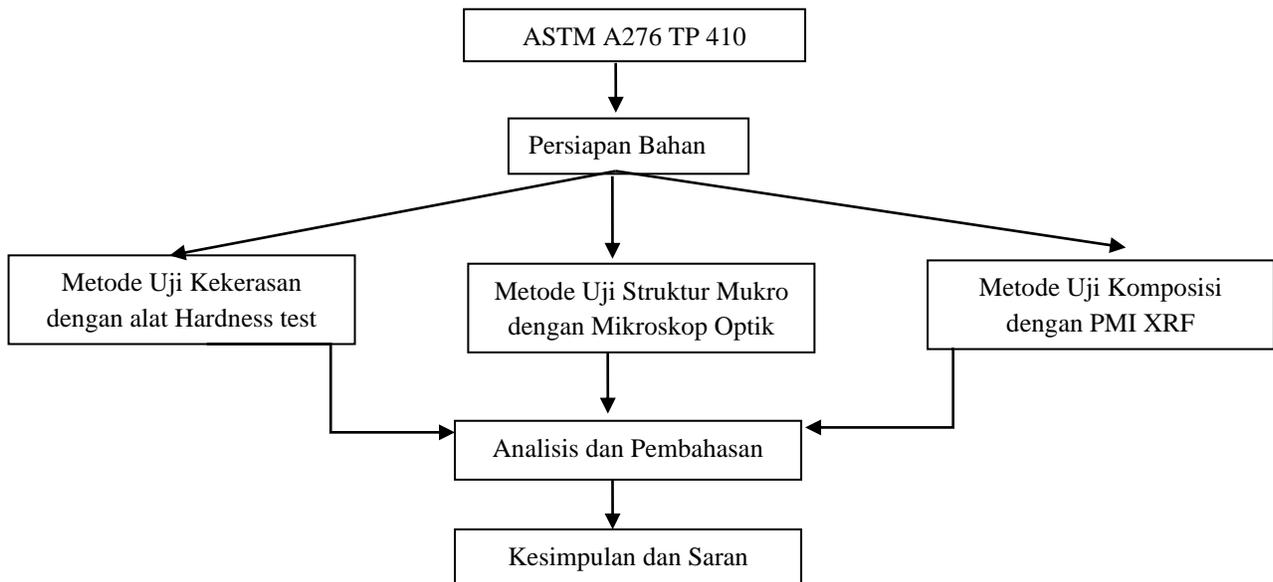


Diagram 2. Diagram Alir Penelitian

Tahapan perencanaan pengujian kandungan komposisi material, kekerasan suatu material, dan struktur mikro material. Tahap pelaksanaan berupa persiapan material yang akan diuji yaitu material disc yang telah di proses pelapisan dengan lasan. Pemeriksaan nilai standar material, pengujian dan analisis data pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian material ASTM A276 Tp.410 meliputi uji kandungan komposisi, uji kekerasan dan uji struktur mikro. Pada pengujian komposisi material diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 2. Data Uji Komposisi Unsur Logam SS410 menggunakan XRF

SPESIMEN NO	LOGAM ASTM A276 Tp 410					
	PERSENTASE UNSUR DALAM %					
JENIS UNSUR	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Mo
SPESIMEN 1	11.72	0.439	87.37	0.236	0.114	0.051
SPESIMEN 2	11.81	0.402	87.22	0.276	0.121	0.135
SPESIMEN 3	11.92	0.295	87.16	0.265	0.058	0.143

Ukuran diameter butir paduan Cu-Zn akan berubah setelah dilakukan pengerjaan *rolling* pada suhu 300°C. Hal ini ditunjukkan oleh hasil perhitungan butir paduan Cu-Zn 70/30 dengan menggunakan metode *Intercept Heyn* sesuai dengan standar ASTM E112[14] yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 3. Pengujian PMI (Positive Material Identification)

1. Pengujian PMI (*Positif Material Identification*)

Dari Tabel 1 dapat kita lihat bahwa baja SS410 Spesimen 1 mempunyai 6 unsur dengan nilai persentase kandungan yang dapat dideteksi oleh alat uji. Enam unsur tersebut adalah: nikel (Ni, 0.236%), besi (Fe, 87.37%), mangan (Mn, 0.439%), krom (Cr, 11.72%) dan molibdenum (Mo, 0.051%). Spesimen 2 mempunyai 6 unsur dengan nilai persentase kandungan yang dapat dideteksi oleh alat uji. Enam unsur tersebut adalah: nikel (Ni, 0.276%), besi (Fe, 87.37%), mangan (Mn, 0.402%), krom (Cr, 11.81%) dan molibdenum (Mo, 0.135%). Sama halnya dengan dua specimen sebelumnya, spesimen 3 mempunyai 6 unsur dengan nilai persentase kandungan yang dapat dideteksi oleh alat uji. Enam unsur tersebut adalah: nikel (Ni, 0.265%), besi (Fe, 87.37%), mangan (Mn, 0.295%), krom (Cr, 11.92%) dan molibdenum (Mo, 0.143%). Dari hasil pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa nilai unsur yang terbaca oleh alat sesuai dengan nilai batasan pada standar ASTM A276 Tp. 410 dan memiliki sifat ketahanan terhadap korosi yang cukup baik.

2. Pengujian Kekerasan Material (*Hardnes Test*)

Pada pengujian hardness diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Logam Menggunakan satuan Hardness Leeb

Pengujian logam	Hasil pengujian logam menggunakan <i>Hardness leeb</i>		
	SPESIMEN 1	SPESIMEN 2	SPESIMEN 3
UJI 1	624 HL	654 HL	636 HL
UJI 2	635 HL	622 HL	649 HL
UJI 3	651 HL	624 HL	620 HL
RATA-RATA	637 HL	633 HL	635 HL

Penyetaraan skala dengan menggunakan satuan Hardness leeb kemudian disajikan dalam bentuk tabel. sebagai perbandingan nilai kekerasan pada logam sampel. Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kekerasan logam SS410 Spesimen 1 adalah 637 HL satuan Hardness leeb, SS410 Spesimen 2 adalah 633 HL satuan Hardness leeb, dan SS410 Spesimen 3 adalah memiliki nilai kekerasan 635 HL satuan Hardness leeb. Tingkat kekerasan logam pada setiap sampel menghasilkan nilai yang berbeda-beda [5]. Data pengujian yang telah disetarakan skala satuannya kemudian diidentifikasi dan dibandingkan dengan nilai yang diizinkan standar, dengan demikian material yang diuji dapat dipastikan diterima atau tidaknya dengan nilai standard dan toleransi.

Hubungan antara nilai kekerasan yang dihasilkan pada Tabel 3 dari 3 spesimen uji yang dilakukan. Kekerasan material bisa terjadi akibat pengaruh proses hardening, heat treatment, komposisi material. Kandungan unsur kimia yang berpengaruh terhadap nilai kekerasan material yaitu unsur C, Ni, Cr, Mn dan unsur yang terkandung dalam material ASTM A276 Tp. 410 yaitu (C) 0,08-0.15%, (Mn) 1,00%, dan (Cr) 11.5-13.5%. (ASTM Book of Standards Volume 11.06 : 2017:73)

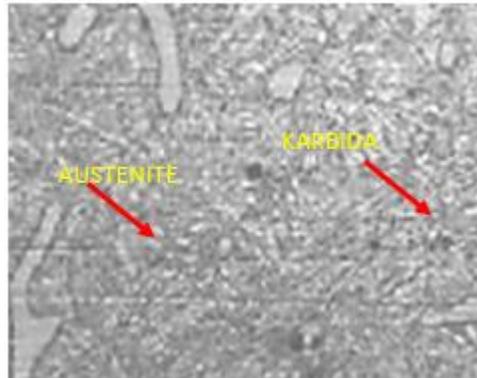
3. Pengujian Struktur Mikro (*Metalografi*)

Pada pengujian struktur mikro diperoleh hasil sebagai berikut.



Gambar 4. Proses Pengujian Metalografi

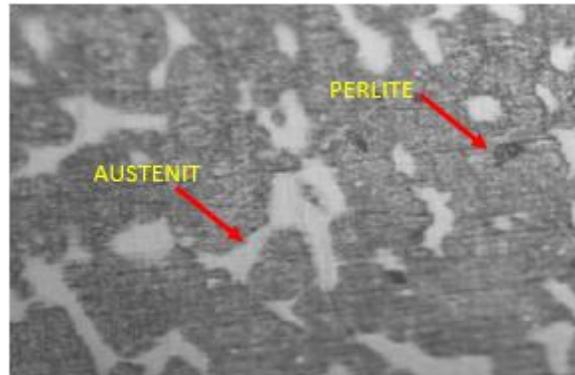
a. Hasil Uji Metalografi Spesimen 1



Gambar 5. Hasil Pembesaran x1000

Gambar 5 menunjukkan hasil uji struktur mikro pada daerah *base metal* (logam induk) *stainless steel* 410. Pada daerah ini terdapat jenis struktur mikro austenite dan karbida. Jumlah struktur mikro austenite lebih banyak dibandingkan karbida, hal ini dikarenakan *stainless steel* 410 merupakan logam induk jenis baja tahan karat austenite. Austenit terbentuk karena adanya proses pemanasan pengelasan dengan suhu 350°C - 800°C dan dilakukan pendinginan dengan udara secara bertahap sehingga berpengaruh pada nilai kekerasan material. Karbida terbentuk akibat kandungan unsur C melebihi 0.2 % proses pengelasan dapat mempengaruhi tinggi rendahnya unsur C [6, 7, 8, 9].

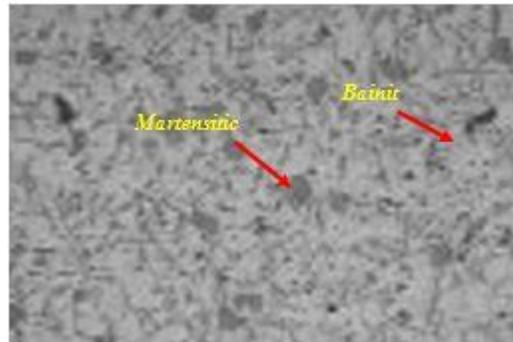
b. Hasil Uji Metalografi Spesimen 2



Gambar 6. Hasil Pembesaran x1000

Gambar 6 memperlihatkan struktur mikro dari material disc gate valve yang diuji. Penurunan suhu yang terjadi sangat lambat maka fasa yang terbentuk adalah austenit dan perlit. Pertumbuhan perlit meliputi pertumbuhan ferrit dan sementit sekaligus secara bersamaan. Pertumbuhan dimulai dengan terjadinya sementit pada batas butir austenite. Sementit tumbuh dengan didahului oleh difusi atom-atom karbon, sehingga akhirnya berubah menjadi perlit. Austenit terbentuk karena proses pemanasan pengelasan dengan suhu 350°C - 800°C dan dilakukan pendinginan dengan udara secara bertahap sehingga berpengaruh terhadap nilai kekerasan material [10, 11].

c. Hasil Uji Metalografi Spesimen 3



Gambar 7. Hasil Pembesaran x1000

Gambar 7 memperlihatkan struktur mikro dari material *disc gate valve* yang diuji. Pada gambar tersebut fasa yang terbentuk adalah martensite yang berwarna lebih gelap. Terbentuknya fasa bainit karena merupakan campuran fasa perlit dan sementit. Pada waktu pendinginan yang cepat pada fasa austenit tidak sempat berubah menjadi ferit atau perlit karena tidak ada kesempatan bagi atom-atom karbon yang telah larut dalam austenit untuk mengadakan pergerakan difusi dan bentuk sementit oleh karena itu terjadi fase mertensit. Martensit dan Bainit akan terbentuk pada suhu pengelasan 800°C ke suhu pendinginan udara sampai dengan 35°C [12, 13].

KESIMPULAN

Hasil penelitian tentang identifikasi kandungan unsur logam menggunakan XRF dan Hardness test dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil tingkat kekerasan sampel baja ASTM A276 Tp. 410 pada specimen 1, 2 dan 3 sesuai dengan nilai kekerasan yang diijinkan oleh Standar ASTM A276 Tp. 410.
2. Hasil identifikasi unsur menggunakan uji XRF menunjukkan bahwa unsur pada logam A276 Tp. 410 pada specimen 1, 2 dan 3 memenuhi nilai kandungan berdasarkan Standar ASTM A276 Tp. 410.
3. Hasil identifikasi unsur menggunakan uji Metalografi menunjukkan bahwa dalam setiap proses pengelasan atau perlakuan panas dan didinginkan logam tersebut akan mengalami perubahan struktur fasa dan nilai kekerasannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Annual Book of ASTM Standard Section 11, 2017, Water and Environmental Tecnology volume 11.06 ASTM International, West Conshohocken, PA
- [2] Tri Hardi, dkk, 2016, *Effects of the Preheating Temperature on the Crystal Structure and Texture of Martensitic Stainless Steel*.
- [3] Bombac D., Brojan M., Krkovic M., Turk R., Zalar A., *Characterization of titanium and stainless steel medical implants surfaces. Material and Geoenviroment. RMZ, Vol. 54, No 2, pp. 151-164, 2007* cullity, 1976, *Elements of X-ray diffraction*
- [4] Brokmeier, 1999, (*Technische Univ. Clausthal (Germany). Inst. Fuer Werkstoffkunde and Werkstofftechnik*)
- [5] Raharjo, 2015, Tingkat Kekasaran Permukaan Stainless Steel 316L Akibat Tekanan *Steel ball peening*. In: Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin Indonesia XIV, 7-8 Oktober 2015, Banjarmasin.
- [6] INC0, 1963. *The Thermal Expansion Of Thirteen Tungsten Carbide Cerments From 68 TO 1800 F. United States: N. p., 1963. Web. doi:10.2172/4013220.*

-
- [7] Azar, V., Hashemi, 2010, *The effect of shot peening on fatigue and corrosion behavior of 316L stainless steel in Ringer's solution*.
- [8] Seitovirta M. 2013 *Handbook of Stainless Steel (Outokumpu) 11-20*
- [9] L.Mott, Robert. *Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis*, Buku Ke Satu, Andi, Yogyakarta, 2009.
- [10] PANalytical, B. V. (2009). *X-ray Fluorescence Spectrometry*.
- [11] Viklund, A. 2008. *Teknik Pemeriksaan Material Menggunakan XRF, XRD dan SEM-EDS*.
- [12] Suratman, Rochim. *Panduan Proses Perlakuan Panas*. Lembaga Penelitian ITB. Bandung, 1994.
- [13] Surdia, T., & Shinroku, S. (1992). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita