

## **KARAKTERISTIK PADA LOGAM BAJA PADUAN DENGAN MENGGUNAKAN METODA X-RAY FLUORESCENCE (XRF) DAN OPTICAL EMISSIONSPECTROSCOPY (OES)**

### **CHARACTERISTIC OF ALLOY STEEL BY USING X-RAY FLUORESCENCE (XRF) AND OPTICAL EMISSION SPECTROSCOPY (OES)**

Oleh: Risky Hidayat Santoso Putra<sup>1)</sup>, Fernandez, S.T<sup>2)</sup>, dan Dr. Ariswan<sup>3)</sup>

1) Mahasiswa Prodi Fisika FMIPA UNY

2) Kepala INSPEKSI TEKNIK KHUSUS (ISTEKSUS) PT. Petrokimia Gresik

3) Dosen Prodi Fisika FMIPA UNY

[riskyhidayatsantosoputra@gmail.com](mailto:riskyhidayatsantosoputra@gmail.com)

#### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi unsur yang terkandung dalam material logam baja *Stainless steel*, *Alloy steel*, dan *Carbon steel*; Menghitung nilai hubungan intensitas dengan persentase unsur logam baja yang diuji (Cr, Ni) yang berpengaruh dalam proses korosi suatu logam; Mengetahui karakteristik dari setiap material baja paduan jenis *Zeron 100*, *SS-310*, *17-4PH*, dan *SS-304*; Mengetahui perbandingan hasil uji yang digunakan dari alat *Niton XL2 GOLDD* yang berbasis *X-Rays Fluorescence* (XRF) dan *ARC Met 8000* dengan prinsip *Optical Emission Spectroscopy* (OES) untuk lebih cepat dalam melakukan proses pengujian. Data penelitian diperoleh melalui hasil uji persentase kandungan unsur yang terkandung dengan nilai intensitas tertinggi menggunakan XRF XL-2 GOLDD berbasis *X-Rays Fluorescence* (XRF) dan besar persentase unsur yang terkandung menggunakan Arc Met 8000 berbasis *Optical Emission Spectroscopy*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat berbagai unsur yang terkandung diantaranya Ni, Fe, Mn, Cr, S, Si, P, Co, Mo dengan komposisi unsur tertinggi ialah unsur Besi (Fe), *Kromium* (Cr), dan *Nickel* (Ni). Hasil uji *Kromium* (Cr) dengan *Peak* 5,42 KeV dan *Nickel* (Ni) dengan *Peak* 7,28 KeV, jenis *Zeron 100* memiliki kandungan *Kromium* sebesar 24,90% dan *Nickel* 6,80%, jenis *SS-310* memiliki kandungan *Kromium* sebesar 23,90% dan *Nickel* 19,33%, jenis *17-4PH* memiliki kandungan *Kromium* sebesar 15,4% dan *Nickel* 4,1%, dan jenis *SS-304* memiliki kandungan *Kromium* sebesar 17,96,9% dan *Nickel* 7,71%. Dari keempat jenis logam tersebut, Jenis *Zeron 100* memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi karena tergolong ke dalam jenis *Super Duplex Steel*. Adapun urutan jenis logam ditinjau dari yang sangat baik tahan terhadap korosi yaitu jenis *Zeron 100*, *SS-310*, *17-4PH*, dan *SS-304*.

**Kata Kunci** : Karakteristik Logam, Kandungan Unsur Logam, XRF, OES

#### **Abstract**

This study aims to determine the composition of the elements contained in *Stainless steel*, *Alloy steel*, and *Carbon steel*; To Calculate the intensity relation value with the percentage of the tested metal element (Cr, Ni) having an effect on the corrosion process of a metal; To Know the characteristics of each type alloy steel material *Zeron 100*, *SS-310*, *17-4PH*, and *SS-304*; To Know comparison of test result used from the *Niton XL2 GOLDD* tool with the *X-Rays Fluorescence* (XRF) principle and used from the *ARC Met 8000* tool with the *Optical Emission Spectroscopy* (OES) principle to be faster in the testing process. The research data is obtained through test result of Peak content or big value of excitation energy and percentage of element content by XR-XRF XL-2 GOLDD based on X-Rays Fluorescence (XRF) and Arc Met 8000 based on Optical Emission Spectroscopy. The results of this study indicate that the characteristics of chromium in peak of 5.42 KeV and Nickel at peak of 7.28 KeV on each type test samples. *Zeron 100* has 24.9% Chromium and 6.8% Nickel, *SS-310* has Chromium content of 23.90% and Nickel 19.33%, *17-4PH* has Chromium content of 15.4% and Nickel 4.1%, and *SS-304* has Chromium content of 17.96% and Nickel 7.71%. Of the four types of metals shows that metal with *Zeron 100* type has excellent resistance to corrosion, it can be seen from the very high chromium content. The order of metal types is reviewed from excellent corrosion resistant types of metal *Zeron 100*, *SS-310*, *17-4PH*, and *SS-304*.

**Keywords**: Characteristics of Metals, Metal Elements Content, XRF, OES

## PENDAHULUAN

Dunia industri, alat produksi maupun alat penunjang produksi tidak terlepas dari material yang berasal dari logam, oleh karena itu alat produksi dan alat penunjang produksi menjadi faktor yang penting untuk menghasilkan produk yang berkualitas nantinya. Material logam yang menjadi bahan dasar dalam alat produksi maupun penunjang produksi tersebut harus memenuhi spesifikasi yang ditetapkan perusahaan untuk tercapainya efisiensi dalam suatu kegiatan produksi di industri. Untuk mengetahui material logam yang memenuhi spesifikasi, maka harus dilakukan karakterisasi material, dimana nantinya material logam tersebut dapat memiliki sifat – sifat yang dibutuhkan dalam menunjang produksi. Mengetahui komposisi suatu material adalah faktor penting untuk meningkatkan kualitas material yang digunakan dalam proses produksi di industri.

Indonesia termasuk salah satu konsumen sekaligus produsen logam baja yang besar. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian, industri logam baja dasar Indonesia tumbuh sebesar 12,74 % pada semester I Tahun 2016 dan saat ini konsumsi logam baja paduan di Indonesia mencapai 14,74 Juta ton (Angghoro, dkk, 2015).

Suatu Industri memiliki fungsi utama yaitu fungsi produksi, fungsi administrasi, serta fungsi pemasaran, dimana ketiganya bergerak secara beriringan, efisiensi, dan efektif. Proses produksi merupakan salah satu penentu dalam mencapai keuntungan, dimana dalam proses ini

akan berlangsung proses produksi yang dibutuhkan suatu industri. Untuk meningkatkan produksi, industri dituntut untuk dapat meminimalisir *waste* yang ada di dalam proses produksi, diantaranya adalah kesalahan pada mesin, cacat pada produksi dan alat, dan masih banyak lainnya (Surikno,2008).

Salah satu industri yang tumbuh dan berkembang saat ini adalah PT. Petrokimia Gresik yang merupakan salah satu industri pupuk terlengkap di Indonesia yang mempunyai status Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dan bernaung dibawah Kementerian BUMN. PT Petrokimia Gresik didirikan pada tahun 1960 berdasarkan Perintah Presiden Negara Republik Indonesia yang pertama yaitu Ir. Soekarno. Berdasarkan SK Kementerian Hukum & HAM Republik Indonesia, Nomor : AHU-17695. AH.01.02 Tahun 2012, PT. Petrokimia Gresik bergabung dengan seluruh perusahaan pupuk yang ada di Indonesia dengan membentuk sebuah  *Holding Company* dibawah naungan PT. Pupuk Indonesia, Tbk. Pada saat ini PT. Petrokimia Gresik memiliki beberapa bidang usaha antara lain industri pupuk sebagai bidang usaha yang utama, industri pupuk, industri kimia, industri peralatan pabrik, jasa rancang bangun dan perekayasaan, jasa lainnya (Diah, 2016). Untuk menghasilkan produksi pupuk yang baik dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas. Kualitas dari pupuk yang dihasilkan sangatlah penting karena memajukan sektor pertanian dengan cara meningkatkan produktivitas pertanian salah satunya dengan menggunakan pupuk berkualitas tinggi. Untuk

menjaga kualitas produksi pupuk, maka diperlukan suatu kegiatan pengawasan dan pengendalian mutu. Umumnya alat produksi pada industri khususnya PT. Petrokimia Gresik adalah berbasis material logam.

PT. Petrokimia Gresik menemukan berbagai macam kendala dalam menjalankan proses produksi pupuk. Salah satunya dalam hal pemilihan logam baja paduan *Stainless Steel* yang tepat digunakan dalam proses produksi. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu dilakukan pengujian terhadap logam yang akan digunakan dalam proses industri. Dengan menguji kandungan komponen penyusun logam baja menggunakan *X-Rays Fluorescence* untuk mengetahui besar *peak* suatu unsur dan hasil spektrum serta persentase kandungan logam dan *Optical Emission Spectroscopy* untuk mengetahui persentase kandungan unsur.

Adapun sifat masing - masing logam berbeda, untuk itu diperlukan pengujian guna mengetahui karakteristik yang cocok diterapkan dan digunakan dalam proses produksi di dalam pabrik. Kita harus mengetahui dengan baik karakteristik logam yang akan digunakan agar meminimalisir kesalahan dalam bekerja yang dimulai dari hal paling dasar yaitu kondisi dari alat yang akan digunakan dalam proses produksi.

## **METODE PENELITIAN**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan selama 3 bulan dimulai dari bulan September 2017 bertempat di Laboratorium Uji

Mekanik (Inspeksi Teknik Khusus) PT. Petrokimia Gresik, Laboratorium Uji bahan logam, dan Laboratorium Fisika Material FMIPA UNY.

### **Instrumen Penelitian**

Instrumen-instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Perangkat lunak: *Thermo Scientific NDT, Origin Versi 5.0*, dan *Microsoft Excel 2013*.,
2. Perangkat keras : *Niton XL-2 GOLDD* berbasis *X-Rays Fluorescence (XRF)* dan *Arc Met 8000* berbasis *Optical Emission Spectroscopy (OES)*.

### **Teknik Pengambilan Data**

Tahapan yang dilakukan sebelum proses pengambilan data ada 2 pengujian. Untuk teknik pengambilan data *X-Rays Fluorescence (XRF)* dengan mempersiapkan sampel dan menggerindra permukaan logam lalu memasukkan data-data dan melakukan proses burning dengan menekan tombol dan terjadi penembakan sinar-x. Untuk teknik pengambilan data *Optical Emission Spectroscopy (OES)* hampir sama dengan pengujian dengan menggunakan XRF yang membedakan ialah proses burning dari OES berasal dari penembakan gas argon sehingga merusak sedikit dari permukaan sampel uji.

### **Teknik Analisis Data**

Berdasarkan pengujian terhadap spesimen logam telah dilakukan 3 kali pengujian di setiap jenis logam dengan metoda

*X-Rays Fluorescence* (XRF) dan Berdasarkan pengujian terhadap spesimen logam telah dilakukan 5 kali pengujian di setiap jenis logam dengan metoda *Optical Emission Spectroscopy* (OES).

Berdasarkan analisis XRF dan OES didapatkan besar presentase yang terkandung pada jenis logam yang mana nantinya akan menentukan jenis logam apakah yang paling tahan terhadap korosi dengan mengacu pada nilai atau besar presentase *Kromium* dan *Nickel* (Cr-Ni).

Hasil analisis di olah menggunakan program *Origin50* verri 6.1 dan *Microsoft Excel* serta aplikasi bawaan dari alat XRF seperti *NDT Analyzer Niton XL-2 GOLDD* dan dari alat OES yaitu komputer analisis pembacaan besar presentase unsur yang terkandung dengan nama *Oxford Instruments Analyzer of Optical Emission Spectroscopy*.

## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

### **Komposisi Unsur Logam Baja *Stainless Steel* Penelitian**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan 4 jenis baja paduan *Stainless Steel*, *Alloy Steel*, dan *Carbon Steel* yang sifat dan kandungan unsurnya terdapat dalam *American Standart Testing and Material* (ASTM). ASTM merupakan organisasi internasional yang mengembangkan standardisasi teknik untuk material, produk, sistem, dan jasa. Standart inilah yang dipakai untuk membandingkan hasil dari suatu bahan

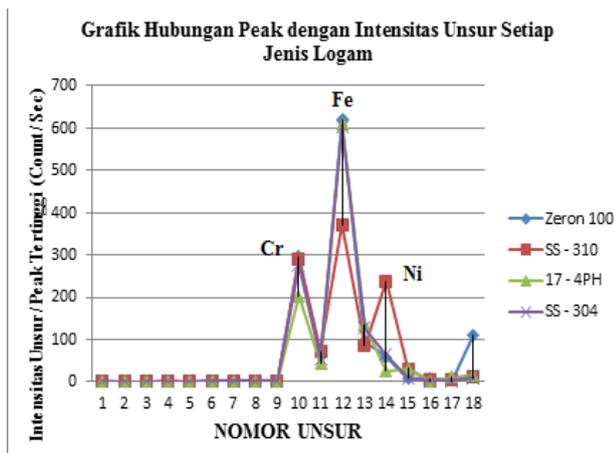
material dalam hal ini adalah material logam. ASTM adalah standar untuk yang telah diakui di seluruh negara di dunia. Dalam ASTM terdapat penomeran untuk menggambarkan logam baik dari komposisi kimia, proses manufaktur, dan perlakuan panas dikenal dengan istilah *UNS Designation System*. Adapun pengertian UNS sendiri ialah *Unified Numbering System*.

Adapun 4 jenis atau type baja paduan hasil ekspreimen yang teridentifikasi dengan ASTM ialah Type *Zeron 100* dengan nomer UNS S32760, Type SS-310 dengan nomer UNS S31000, Type 17-4PH dengan nomer UNS S17400, dan Type SS-304 dengan nomer UNS S30400.

Penelitian ini untuk menguji kandungan unsur apa saja yang terdapat dalam 4 jenis logam dengan menggunakan alat *X-Rays Fluorescence*(XRF) dan *Optical Emission Spectroscopy* (OES). Pada penelitian ini, banyak sekali unsur yang tercatat dalam uji logam menggunakan kedua alat yaitu seperti Besi (Fe), Karbon (C), Silika (Si), Mangan (Mn), Kromium (Cr), Nikel (Ni), Molibdenum (Mo), Tembaga (Cu), Titanium (Ti), Niobium (Nb), Alumunium (Al), Vinidium (V), Tungsten (W), Kalsium (Ca), Sulfur (S), dan Fosfor (P) pada alat OES dan pada unsur hanya terdapat nilai atau puncak – puncak tertinggi dari setiap unsur seperti nilai unsur Nikel (Ni), Besi (Fe), Mangan (Mn), Kromium (Mn), Sulfur (S), Silika (Si), Fosfor (P), Cobalt (Co), Molibdenum (Mo).

No	Unsur	PEAK UNSUR	Zeron 100	SS-310	17-4PH	SS-304
1	Mg	1,25	0,98	1,08	0,76	1,24
2	Al	1,49	0,97	0,93	0,55	0,91
3	Si	1,74	0,6	0,69	0,67	0,79
4	S	2,31	1,12	1,24	0,67	0,57
5	Cl	2,62	0,79	0,79	1,1	0,68
6	K	3,31	1,36	1,09	1,22	1,36
7	Ca	3,69	1,67	0,91	0,9	1,59
8	Ti	4,51	1,7	1,05	1,01	1,13
9	V	4,95	2,04	2,84	2,56	2,48
10	Cr	5,42	295,28	290,47	202,55	274,69
11	Mn	5,9	60,54	71,81	42,33	54,15
12	Fe	6,4	619,62	371,97	611,75	604,46
13	Co	9,24	95,26	85,11	134	126,41
14	Ni	7,48	58,15	237,65	25,03	63,21
15	Cu	8,05	8,16	30,21	31,12	9,84
16	Zn	8,64	9,01	3,67	2,23	2,26
17	Nb	16,61	3,58	3,21	10,26	2,72
18	Mo	17,48	111,44	12,25	15,47	9,95

Gambar 1. Hasil Rata – Rata Kandungan Unsur Logam



Gambar 2. Grafik Hasil Perbandingan Unsur Setiap Logam Jenis

Dari grafik di atas dapat digambarkan unsur ke 12 yaitu Besi, memiliki kandungan tertinggi. Hal ini dapat dilihat dari intensitas dari unsur Besi sendiri dan unsur paling tertinggi Besi dimiliki oleh logam jenis *Zeron 100* yang ditunjukkan dengan warna biru. Unsur yang paling berpengaruh selanjutnya ialah unsur nomer ke 10 yaitu Kromium. Kromium tertinggi dimiliki oleh logam jenis *Zeron 100*.

Hal ini dapat dilihat dari grafik komposisi unsur di atas. Kemudian ada nikel dan unsur yang lain. Sedangkan untuk unsur Mg, Al, Si, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Zn, dan Nb memiliki intensitas yang sangat rendah dan dapat dikatakan sebagai unsur pelengkap suatu logam karena tidak berpengaruh banyak pada kandungan suatu logam.

### Hubungan Intensitas dengan Komposisi Unsur Logam

Penelitian ini membandingkan intensitas yang terkandung pada jenis logam dengan persentase kandungan logam yang telah ada pada pembacaan alat.

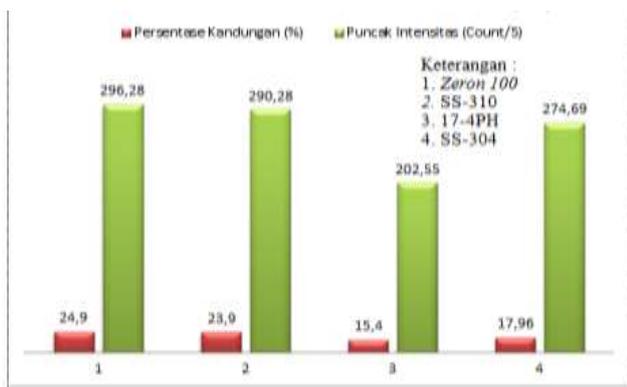
Dari keempat jenis logam diatas, maka untuk mengetahui jenis logam yang lebih tahan terhadap korosi ialah kandungan Kromium (Cr) dan Nikel (Ni). Untuk itu data di bawah ini akan menunjukkan nilai *Cr-Ni* dari keempat jenis logam tersebut.

Elemen	Komposisi Kandungan Unsur (%)				Peak (KeV)
	Zeron 100	SS - 310	17-4PH	SS-304	
Cr	24,9	23,90	15,4	17,96	5,42
Ni	6,8	19,33	4,1	7,71	7,28

Gambar 3. Tabel Hasil Uji dengan XRF Diketahui Persentase Kandungan Unsur

Elemen	Intensitas (Count / Sec)				Peak (KeV)
	Zeron 100	SS - 310	17-4PH	SS-304	
Cr	295,28	290,47	202,55	274,69	5,42
Ni	58,15	237,65	25,03	63,21	7,28

Gambar 4. Tabel Hasil Uji dengan XRF Diketahui Intensitas Kandungan



Gambar 5. Grafik Uji XRF Kandungan Kromium (Cr)

Gambar 5 menunjukkan bahwa hasil uji kromium (Cr) didapatkan jenis *Zeron 100* kandungan kromiumnya lebih besar dibandingkan dengan jenis logam SS-310, 17-4PH, dan SS-304. Hal ini dapat terlihat dari besar persentase kandungan dan nilai puncak intensitas yang dibaca pada alat uji XRF. Untuk *Zeron 100* didapatkan kandungan sebesar 24,9 Persen untuk Kromium. Untuk itu jenis *Zeron 100* memiliki ketahanan terhadap korosi yang baik. Karakter dari Kromium sendiri adalah salah satu unsur yang berpengaruh terhadap ketahanan korosi suatu logam. Tetapi beberapa logam tidak hanya berpatokan kepada kandungan unsur Kromium untuk mengetahui ketahanan korosi karena ada unsur lain yang memiliki sifat yang hampir sama dengan Kromium yaitu Nikel.



Gambar 6. Grafik Uji XRF Kandungan Nikel (Ni)

Dari grafik di atas untuk kandungan unsur nikel yang lebih baik yaitu jenis logam SS-310. Dalam SS-310 persentase kandungannya lebih besar dibandingkan *Zeron 100*, SS-304, dan 17-4PH. Untuk unsur nikel ia digunakan sebagai bahan tambahan ataupun campuran pada jenis logam yang tahan terhadap korosi tetapi memiliki sifat atau karakteristik yang sama dengan Kromium.

### Karakterisasi Setiap Logam Baja *Stainless Steel* Penelitian

Hasil yang diperoleh dari pengujian menggunakan *Niton XL2 GOLDD* dengan prinsip *X-Ray Fluorescence* (XRF) yaitu berupa konsentrasi unsur yang terdapat pada logam yang diuji. Kandungan unsur ini berdasarkan pada jumlah pancaran sinar-X berenergi tinggi yang mengenai permukaan benda uji lalu dipancarkan kembali. Dapat dilihat spektra *X-Ray K $\alpha$*  yaitu transisi elektron dari kulit L ke kulit K dan *X-Ray K $\beta$*  dihasilkan dari transisi elektron dari kulit M menuju kulit K, dll.

(ASTM A240 - *Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications*) merupakan standar yang digunakan sebagai acuan atau batas dari suatu komposisi yang dibutuhkan oleh suatu industri.

Untuk logam *Zeron 100* dengan nomer UNS yaitu *The Unified Numbering System* yang biasanya terdapat dalam ASTM. Untuk *Zeron 100* memiliki nomer UNS32760.



Penggunaan tipikal terlihat pada aplikasi yang membutuhkan kekuatan tinggi dan tingkat ketahanan korosi yang sederhana. Kekuatan dan ketangguhan yang diinginkan dapat dimanipulasi dengan rentang sedang dalam proses perlakuan panas. 17-4 PH stainless steel dapat digunakan untuk berbagai industri termasuk: poros pompa, jalur minyak, sil mekanik, dan dalam industri kedirgantaraan.

UNS Designator	Type	Carbon	Manganese	Composition, %												
				Phosphorus	Sulfur	Silicon	Chromium	Nickel	Aluminum	Molybdenum	Titanium	Copper	Other Elements			
S17400	638	0.07	1.00	0.040	0.030	1.00	16.00-17.50	3.00-5.00	...	...	...	...	...	...	...	...
S17700	639	0.06	1.00	0.040	0.030	1.00	16.00-18.00	6.50-7.75	0.75-1.50	...	...	...	...	...	...	...
S15700	632	0.08	1.00	0.040	0.030	1.00	14.00-16.00	6.50-7.75	0.75-1.50	2.00-3.00	...	...	...	...	...	...
S35500	634	0.10-0.15	0.50-1.25	0.040	0.030	0.50	16.00-18.00	4.00-5.00	...	2.50-3.25	...	...	...	...	...	...
S17800	636	0.06	1.00	0.040	0.030	1.00	16.00-17.50	6.00-7.50	0.40	...	0.40-1.20	...	...	...	...	...
S15200	604-2	0.07	1.00	0.040	0.030	1.00	14.00-15.50	3.50-5.50	...	...	2.50-4.50	...	...	...	...	...
S19300	604-3	0.05	0.20	0.010	0.005	0.10	12.25-12.25	7.50-8.50	0.00-1.25	2.00-2.50	...	...	...	...	...	...
S45500	604-6	0.03	0.50	0.015	0.015	0.50	11.00-12.50	7.50-8.50	...	0.50	0.00-1.40	1.50-2.50	...	...	...	...
S45200	...	0.010	0.50	0.010	0.010	0.20	11.00-12.50	7.50-8.50	...	0.50	1.00-1.25	1.50-2.50	...	...	...	...
S45300	604-25	0.05	1.00	0.030	0.030	1.00	14.00-16.00	5.00-7.00	...	0.50-1.00	...	1.25-1.75	...	...	...	...
S45400	...	0.02	0.25	0.015	0.010	0.25	11.00-12.50	10.75-11.25	...	0.75-1.25	1.50-1.80	...	...	...	...	...
S45610	...	0.030	1.00	0.030	0.015	0.70	11.0-13.0	8.0-10.0	0.15-0.50	1.0-5.0	0.50-1.20	1.5-1.5	...	...	...	...

Gambar 9. Nomer 17-4PH dalam ASTM (Sumber : ASTM A564)

Material dengan bahan uji logam SS 304 menurut spesifikasinya mempunyai kadar nikel (Fe) yang lebih rendah dibanding SS-310 yaitu 8 – 10 % dan krom (Cr) sebesar 18 – 20 %. Hasil yang didapat dari pengujian material logam SS 304 menggunakan Niton XL2 GOLDD yang berbasis X-Ray Fluorescence(XRF) hasil uji unsur nikel (Ni) sebesar 7,71 %, krom (Cr) sebesar 17,96 %, Mo sebesar 0,06 %, Mn sebesar 1,32% dan Cu sebesar 0,04%. Dari hasil tersebut diketahui bahwa besi mempunyai konsentrasi lebih besar daripada krom yaitu 70,11 %. Unsur-unsur yang terbaca pada Niton XL2 GOLDD yang berbasis X-Ray Fluorescence(XRF) sudah sesuai dengan standart atau spesifikasinya. Ciri dari logam SS 304 ini terdapat kandungan karbon (C) yang

sangat rendah, unsur Cu dan Mo yang rendah sebagai tambahan yang nantinya akan memberikan perlawanan pada kondisi sulfat dan fosfat yang dapat menyebabkan terjadinya korosi. Tetapi dengan kadar besi yang tinggi maka spesimen ini lebih cepat terjadi korosi. Logam SS 304 adalah non magnetik dalam segala kondisi. Material uji di atas merupakan baja Stainless Steel.. Sifat tahan korosi diperoleh dari lapisan oksida (terutama krom) yang sangat stabil melekat pada permukaan dan melindungi baja dari lingkungan korosif. Krom merupakan unsur transisi periode ke empat yang umumnya memiliki elektron valensi pada sub kulit 3d yang belum terisis penuh, yang menyebabkan memiliki sifat magnetik, warna ion, katalik, serta membentuk senyawa kompleks, dan tidak mudah tereduksi. Lapisan krom mencegah kontak langsung logam dengan oksigen dan air. Disamping itu krom teroksidasi membentuk lapisan oksida Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang sangat kuat sehingga dapat melindungi logam yang ada dibawahnya. Selain krom, Lapisan oksida nikel juga digunakan sebagai pelindung permukaan baja.

UNS Designator	Type	Carbon	Manganese	Phosphorus	Sulfur	Silicon	Chromium	Nickel	Aluminum	Molybdenum	Titanium	Copper	Other Elements
S30400	...	0.08	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30403	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30408	...	0.08	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30450	...	0.05	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30453	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30459	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30462	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30466	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30468	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30470	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30472	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30474	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30476	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30478	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30480	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30482	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30484	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30486	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30488	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30490	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30492	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30494	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30496	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30498	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...
S30500	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.00-20.00	8.00-10.00	...	...	...	...	...

Gambar 10. Nomer SS-304 dalam ASTM (Sumber : ASTM A240)

Jadi setiap jenis logam memiliki karakteristik masing – masing ditinjau dari kandungan unsur yang ada dalam logam tersebut. Setiap unsur juga memiliki sifat tersendiri yang dapat memberikan suatu ciri khas pada jenis logam tertentu. Contohnya saja Kromium dan Nikel. 2 unsur tersebut sama – sama memiliki sifat pada ketahanan korosi sehingga jenis logam yang memiliki unsur tersebut dapat memiliki nilai ketahanan terhadap korosi. Untuk seberapa kuat jenis logam tersebut tahan terhadap korosi maka ditentukan dari besar intensitas yang dikandungnya. Setiap jenis logam juga memiliki nomer UNS tersendiri yang mana telah diatur dalam ASTM.

#### **Perbandingan Hasil Uji Alat XRF dengan OES**

Dari hasil grafik XRF dan nilai rata rata kandungan OES, maka hasil uji yang dilakukan dengan XRF dan OES hampir mendekati mirip hal ini dapat terlihat pada tabel d bawah ini.

**Tabel 1. Perbedaan Kandungan Unsur Jenis SS-310**

NO.	KANDUNGAN UNSUR	HASIL XRF	HASIL OES
1	Besi (Fe)	53,70 %	53,69 %
2	Klorium (Cr)	25,09 %	24,44 %
3	Nikel (Ni)	,33 %	20,07 %
4	Molibdenum (Mo)	0,11 %	0,15 %
5	Mangan (Mn)	1,51 %	1,60 %
6	Silika (Si)	1,07 %	0,63 %

**Tabel 2. Perbedaan Kandungan Unsur Jenis SS-304**

NO.	KANDUNGAN UNSUR	HASIL XRF	HASIL OES
1	Besi (Fe)	70,10 %	70,46 %
2	Klorium (Cr)	17,96 %	18,86 %
3	Nikel (Ni)	7,71 %	7,06 %
4	Molibdenum (Mo)	0,06 %	0,01 %
5	Mangan (Mn)	1,32 %	1,37 %
6	Silika (Si)	0,16 %	0,39 %

**Tabel 3. Perbedaan Kandungan Unsur Jenis 17-4PH**

NO.	KANDUNGAN UNSUR	HASIL XRF	HASIL OES
1	Besi (Fe)	75,5 %	74,6 %
2	Klorium (Cr)	15,4 %	15,48 %
3	Nikel (Ni)	4,1 %	3,46 %
4	Molibdenum (Mo)	0,3 %	0,4 %
5	Mangan (Mn)	0,6 %	0,41 %
6	Silika (Si)	0,58%	0,56 %

**Tabel 4. Perbedaan Kandungan Unsur Jenis Zeron 100**

NO.	KANDUNGAN UNSUR	HASIL XRF	HASIL OES
1	Besi (Fe)	80,5 %	79,6 %
2	Klorium (Cr)	15,4 %	15,48 %
3	Nikel (Ni)	6,8 %	6,4 %
4	Molibdenum (Mo)	0,3 %	0,4 %
5	Mangan (Mn)	0,6 %	0,41 %
6	Silika (Si)	0,67%	0,61 %

Untuk hasil dari perbedaan pengujian menggunakan XRF dan Oes tidaklah jauh berbeda. OES sendiri telah menyimpan *database* dari pengujian dengan menggunakan XRF. Hal ini yang memungkinkan nilai dari pengujian tidaklah jauh berbeda. Mungkin perbedaannya terletak pada pembacaan nilai unsur. Jika OES, alat ini dapat membaca intensitas hingga tingkatan paling rendah yaitu Karbon (C), tetapi alat ini sangatlah susah untuk dibawa karena desain modelnya yang terlalu besar sehingga tidak memungkinkan melakukan pengujian di lapangan.

OES hanyalah sebagai pembanding ataupun tolak ukur dari uji menggunakan XRF atau terkadang digunakan untuk kalibrasi logam sebelum di uji menggunakan XRF.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Terdapat berbagai unsur diantaranya Ni, Fe, Mn, Cr, S, Si, P, Co, Mo. Jadi komposisi unsur tertinggi pembentuk suatu jenis logam dengan jenis apapun ialah Besi, Kromium, dan nikel.
2. Bahwa hasil uji Kromium (Cr) dengan *Peak* 5,42 KeV dan Nikel dengan *Peak* 7,28 KeV, Jenis *Zeron 100* memiliki kandungan Kromium sebesar 23,90 % dan Nikel 6,80 %, Jenis *SS-310* memiliki kandungan Kromium sebesar 24,90 % dan Nikel 19,33 %, Jenis 17-

4PH memiliki kandungan Kromium sebesar 15,4 % dan Nikel 4,1 %, Jenis *SS-304* memiliki kandungan Kromium sebesar 17,96 % dan Nikel 7,71 %.

3. Jadi setiap jenis logam memiliki karakteristik masing – masing ditinjau dari kandungan unsur yang ada dalam logam tersebut. Jenis *Zeron 100* termasuk kedalam kategori *Super Duplex Steel*, Jenis 17-4PH termasuk kedalam kategori *Preprecipitation-Hardening Steel*, Jenis *SS-310* termasuk kedalam kategori *Austenitic Steel*, dan Jenis *SS-304* termasuk kedalam kategori *Austenitic Steel*.
4. Untuk hasil dari perbedaan pengujian menggunakan XRF dan OES tidaklah jauh berbeda. Mungkin perbedaannya terletak pada pembacaan nilai unsur. Jika OES, alat ini dapat membaca intensitas hingga tingkatan paling rendah yaitu Karbon (C).

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian, adapun saran untuk melakukan karakterisasi logam menggunakan XRF adalah

1. Pengujian dilakukan kurang lebih dari sekali agar hasil pengujian *valid*.
2. Permukaan material uji harus benar – benar bebas dari yang memungkinkan dapat mempengaruhi hasil pengujian seperti kotoran, grease, scale, welding flux, welding spatter, paint, oil.

3. Jikamasihraguterhadaphasilpemeriksaan perludilakukanpengujianmetode lain untukmemastikan material bebasdariinclusion sehingga didapatkan hasil yang lebih akurat.
4. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan penerapan pada aplikasi kainnya dan dengan jenis logam yang berbeda sehingga dapat menjadi tolak ukur penelitian yang jauh lebih baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Chandra L. 1992. *Materials and Process in Manufacturing*. Samarinda: Karya Graha Pustaka.
- Alfonsius, Robert L. 2015. *Pencapaian dan Strategi Indonesia Menuju Tahun Emas*. Jakarta: Kompas Media.
- Amstedd, Robert C. 1993. *Introducing to Basic Manufacturing Processes and Workshop Technology*. London: New Age International.
- Angela, Catherina S. 2005. *X-Rays Fluorescence For Industry Stainless Steel*. Brisbane: Comper International.
- Angga, Septian. 2001. *Metalurgi Fisik Moderen Rekayasa Material*. Jakarta : Erlangga.
- Angghoro, Puspa. 2005. *Buku Pegangan Kuliah Material Teknik Universitas Udayana, Bali*. Bali : ELBS.
- Ardiansyah, Muhammad. 2013. *Karakteristik Logam Jenis Menggunakan X-Rays Fluorescence Portable*. Bali: Universitas Udayana Press.
- Bambang Koesworo, Mulyo. 1998. *Non – Destructive Test Application*. Palangkaraya: Jasinta Book Press.
- Benny, Setiawan. 2009. *Logam Bahan Terapan pada Industri*. Surabaya : Erlangga.
- Bogaerts and Annemie, R.G. *Argon and Cooper Optical Emission Spectra in a Qrimum Glow Discharge Source: Matematical Simulations and Comparison with Experiment*. Journal of Analytical Atomic Spectrometry Vol.13
- Dandy, Hasyim C. 2015. *Logam Untuk SMA Jurusan Logam Industri*. Cilegon: Widyadharma PRESS.
- Departemen Pendidikan Nasional Indonesia. 2013. *Logam Untuk SMK*. Surabaya: Yudhistira
- Diah, Syesil Rachmawati. 2016. *X-Rays Fluorescence of Materials Using Non – Destructive Testing Method*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada.
- Djaprie, Ahmad. 1995. *Ilmu dan Teknologi Bahan Logam, Edisi ke-5*. Jakarta: : Erlangga.
- Fethway, Lucas and Chamberlin. 1991 (Alih Bahasa). 1991. *Science of Metalurgy Instrument*. Moscow: Nauka.
- Fogler ., et. al. 1992. *Pengenalan Pelajaran Logam*. (Alih Bahasa : Soetiyono Partosoedjo). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Fontana, Luis and Greene. 1986. *Chemical In Soil Using X-Rays Fluoresence Method*. New York: Jonh Wiley and Sons.
- Gosseau. 2009. *Principles of X-Rays Fluoresence., Vol 1-2*. Moscow: Qrium.
- Inggrit, dkk. *Ilmu Metalurgi Logam Stainless Steel*. Kanisius : Yogyakarta.
- Klirk, Jonh and Othmer. 1965. *Handbook of Metalurgy Science Oxford University*. London : Oxford University.
- Lucky, Wahyu Prihandika. 2009. *Laporan Praktek Kerja Lapangan di PT. Andhika Dharma Pengenalan Jenis – Jenis Logam*. Semarang: Universitas Dipenegoro.
- Malkoc, Henry L. 2007. *Optical Emission Spectroscopy for Research*. Warsawa: Polandia.
- Mastur, Hadi W. 2002. *Karakteristik Logam di Dunia Industri dan Penerapannya*. Jakarta: Grahasindo.
- Oberg, Kevin. 1996. *Stainless Steel Physic*. England: Oxford University.
- Panalytical. 2009. *Definition of X-Rays Fluorosence and Aplication*. Brisbane. Kangooro Book.
- Paula, Jonhson. 2000. *Non-Destructive Testing Method*. Germany: All-Prevent Book.
- Quraisy, Muhammad. 1890. *Stainless Steel Process*. Al-Quds : Qatar.
- Richard, Ericksen. 1964. *Manufacturing Process for Engineering Material, Fourth Edition*. Chicago : Illinois Institute of Technology.
- Sudarmadji. 1986. *Fisika Untuk Kelas XII*. Bandung : Grahasindo.
- Surikno, Maulana. 2008. *Pilar – Pilar Industri Indonesia*. Surabaya : Mulhadi Press.
- Solovyov, Leonid. 2009. *X-Ray Flourescence Spectrometry*. PANalytical B. V.
- Twyman, T.M. 2005. *Atomic Emission Spectrometry-Principles and Instrumentation*. Elsevier. All Rights Resesrved
- Viklund, A. 2008. *Teknik Pemeriksaan Material Menggunakan XRF, XRD dan SEM-EDS*.
- Widyopuspito, Raden J. 1996. *Golongan – Golongan Logam Untuk Teknik Metalurgi*. Yogyakarta : UGM PRESS.

Yogyakarta,  
Reviewer,  
Penguji Utama



Rita Prasetyawati, M.Si  
NIP. 198007282006042001

Mei 2018  
Menyetujui,  
Pembimbing



Dr. Ariswan  
NIP. 195909141988031003