

**Pembuatan *Austenitic Stainless Steel* AISI 347 Menggunakan  
Material *Ferronickel* Lokal**  
*(The Steelmaking of Austenitic Stainless Steel AISI 347 Using  
Local Ferronickel Material)*

**SKRIPSI**



Oleh:  
Nama: Rafdinal Fathoni  
NPM: 223030039

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2024**

# LEMBAR PENGESAHAN

## Pembuatan *Austenitic Stainless Steel* AISI 347 Menggunakan Material Ferronickel lokal



Nama: Rafdinal Fathoni

NPM: 223030039

Pembimbing Utama

Dr. Ir. Muki Satya Permana, M.T.

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Djoko Hadi Prajitno, MSME.

# DAFTAR ISI

Surat pernyataan.....	i
Surat Pernyataan Persetujuan Publikasi.....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Daftar Isi .....	v
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Tabel .....	ix
abstrak .....	x
<i>Abstract</i> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1. Latar Belakang .....	1
2. Rumusan Masalah .....	1
3. Tujuan .....	1
4. Batasan Masalah .....	2
5. Sistematika Penulisan.....	2
<b>BAB II STUDI LITERATUR</b> .....	3
1. <i>Stainless Steel</i> .....	3
2. <i>Austenitic Stainless Steel</i> .....	3
3. <i>Stainless Steel AISI 347</i> .....	6
4. <i>Ferronickel</i> .....	9
5. <i>Electric Arc Furnace (EAF)</i> .....	9
6. Proses Solidifikasi.....	11
7. Uji Metalografi.....	12
8. Uji Keras <i>Vickers</i> .....	12
9. Uji <i>Spectrophotometry</i> .....	13
<b>BAB III metodologi</b> .....	15
1. Tahapan Penelitian.....	15
2. Tempat Penelitian .....	17
3. <i>Material Balance</i> .....	17
4. <i>Set Up</i> Pengujian.....	18
<b>BAB IV hasil dan pembahasan</b> .....	26
1. Hasil Pengujian dan Pembahasan.....	26
<b>BAB V Kesimpulan dan saran</b> .....	41

1. Kesimpulan .....	41
2. Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA .....	42
LAMPIRAN.....	45
1. Unsur Material yang Dilebur .....	45
2. Hasil Peleburan .....	47
3. Penimbangan Spesimen .....	48
4. Hasil Pengujian .....	49
5. Alat yang Digunakan.....	54
6. Standar acuan stainless steel .....	57



## ABSTRAK

*Austenitic Stainless Steel* AISI 347 adalah paduan baja tahan karat yang mengandung kromium, nikel, dan niobium, yang dirancang untuk menawarkan ketahanan korosi yang sangat baik pada suhu tinggi dan dalam kondisi yang mengandung asam. Penambahan niobium membantu meningkatkan ketahanan terhadap karbida presipitasi antar butir, menjadikannya ideal untuk aplikasi yang memerlukan kinerja dalam lingkungan dengan suhu hingga 800°C, seperti dalam industri kimia, penerbangan, dan pembangkit listrik. Selain itu, baja jenis ini memiliki sifat mekanik yang baik dan mampu mempertahankan kekuatannya pada suhu rendah maupun tinggi, serta memiliki kemampuan las yang baik, sehingga sering digunakan dalam pembuatan peralatan dan komponen yang memerlukan keandalan tinggi dalam kondisi operasi ekstrem. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat paduan material *Austenitic Stainless Steel* AISI 347 yang sesuai dengan standar. Metode pengujian yang digunakan yaitu pengujian struktur mikro, pengujian komposisi (*Optical Emission Spectrometer*), pengujian kekerasan metode Vickers. Pengujian struktur mikro menunjukkan adanya struktur austenit pada permukaan spesimen paduan. Pengujian komposisi (*Optical Emission Spectrometer*) menunjukkan hasil rancangan paduan spesimen yang sudah mendekati standar, namun terjadinya penurunan persentase unsur. Hal ini dapat disebabkan oleh area penguapan pada saat pengujian komposisi kurang menyeluruh. Pada pengujian kekerasan Vickers menunjukkan bahwa paduan FeNi-Cr 19%-Nb 0,8% memiliki harga kekerasan yang lebih tinggi dengan harga kekerasan rata-rata 231 HV dibandingkan FeNi-Cr 17%-Nb 0,6% yang memiliki harga kekerasan rata-rata 172 HV. Hal ini menunjukkan bahwa spesimen paduan FeNi-Cr 19%- Nb 0,8% memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan FeNi-Cr 17%- Nb 0,6%, yang dapat diakibatkan oleh kandungan chromium (Cr) pada spesimen paduan FeNi-Cr 19%-Ti 0,8% lebih tinggi dan dapat meningkatkan nilai kekerasan pada paduan.

Kata kunci: *Austenitic Stainless Steel*, pembuatan paduan AISI 347, niobium, *Optical Emission Spectrometer*, FeNi - Cr.

## **ABSTRACT**

*Austenitic Stainless Steel AISI 347 is a stainless steel alloy containing chromium, nickel and niobium, designed to offer excellent corrosion resistance at high temperatures and in acidic conditions. The addition of niobium helps increase resistance to intergranular carbide precipitation, making it ideal for applications requiring performance in environments with temperatures up to 800°C, such as in the chemical, aviation and power generation industries. In addition, this type of steel has good mechanical properties and is able to maintain its strength at low and high temperatures, and has good weldability, so it is often used in the manufacture of equipment and components that require high reliability in extreme operating conditions. This research aims to design and manufacture AISI 347 austenitic stainless steel material alloys that comply with standards. The test methods used are microstructure testing, composition testing (Optical Emission Spectrometer), Vickers hardness testing. Microstructure testing shows the presence of an austenite structure on the surface of the alloy specimen. Composition testing (Optical Emission Spectrometer) shows that the results of the specimen alloy design are close to standard, but there is a decrease in the percentage of elements. This can be caused by the evaporation area during the composition testing being less than thorough. Vickers hardness testing shows that the FeNi-Cr 19%-Nb 0.8% alloy has a higher hardness value with an average hardness value of 231 HV compared to FeNi-Cr 17%-Nb 0.6% which has an average hardness value of 172 HV. This shows that the FeNi-Cr 19%- Nb 0.8% alloy specimen has a higher hardness value compared to FeNi-Cr 17%-Nb 0.6%, which can be caused by the chromium (Cr) content in the FeNi alloy specimen. -Cr 19%-Ti 0.8% is higher and can increase the hardness value of the alloy.*

*Key words: Austenitic Stainless steel, steel making of AISI 347 alloy, niobium, Optical Emission Spectrometer, FeNi - Cr*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1. Latar Belakang

Paduan AISI 347 adalah sejenis baja tahan karat austenitik yang dikembangkan untuk menawarkan kinerja yang unggul dalam lingkungan yang membutuhkan ketahanan terhadap korosi dan suhu tinggi. Komposisi kimianya kaya akan kromium (Cr) dan nikel (Ni), dua unsur yang memberikan sifat tahan korosi yang tinggi pada material ini. Secara khusus, AISI 347 mengandung kromium dalam kisaran 17-19%, nikel dalam kisaran 9-13%, dan niobium (Nb) atau tantalum (Ta) yang ditambahkan untuk meningkatkan ketahanan terhadap sensitasi pada suhu tinggi. Aplikasi baja tahan karat austenitik AISI 347, digunakan dalam sistem perpipaan energi nuklir. Pipa yang diisi dengan uap super panas atau air dingin sangat rentan terhadap tegangan tinggi, sehingga sifat material lokal di dalam pipa dapat berubah secara signifikan, terutama jika terjadi pengaruh korosif tambahan, yang menyebabkan *aging* pada material [1]. Di Indonesia permasalahan yang dihadapi berkaitan dengan material *Ferronickel* yaitu pemanfaatan *Ferronickel* lokal di Indonesia yang belum sepenuhnya maksimal, meskipun Indonesia merupakan produsen besar *Ferronickel*, sebagian besar produksinya masih diekspor mentah, terutama ke negara-negara lain seperti Cina yang memiliki industri *Stainless Steel* besar.

Sehubungan dengan permasalahan material *Ferronickel* yang dikemukakan di atas yaitu masih kurang pemanfaatannya di Indonesia dan material mentah yang diekspor ke negara lain, melalui penelitian ini akan dilakukan upaya pemanfaatan material *Ferronickel* lokal. Pada penelitian ini dilakukan sebuah eksperimen untuk membuat paduan *Austenitic Stainless Steel* AISI 347 yang akan dilakukan sesuai standar, dengan material lokal dengan tujuan untuk memanfaatkan produk pertambangan di dalam negeri. Material lokal yang digunakan pada eksperimen ini adalah *Ferronickel*, material ini akan dileburkan menggunakan tungku *Electric Arc Furnace*.

## 2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana pembuatan paduan *Austenitic Stainless Steel* AISI 347 menggunakan material *Ferronickel* lokal sehingga sesuai dengan standar.

## 3. Tujuan

Dari rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian ini yaitu:

1. Melakukan perancangan dan membuat paduan *Austenitic Stainless Steel* AISI 347.
2. Analisis struktur mikro.
3. Pengujian struktur mikro.
4. Pengujian komposisi kimia,
5. Pengujian keras Vickers pada paduan *Austenitic Stainless Steel* AISI 347.

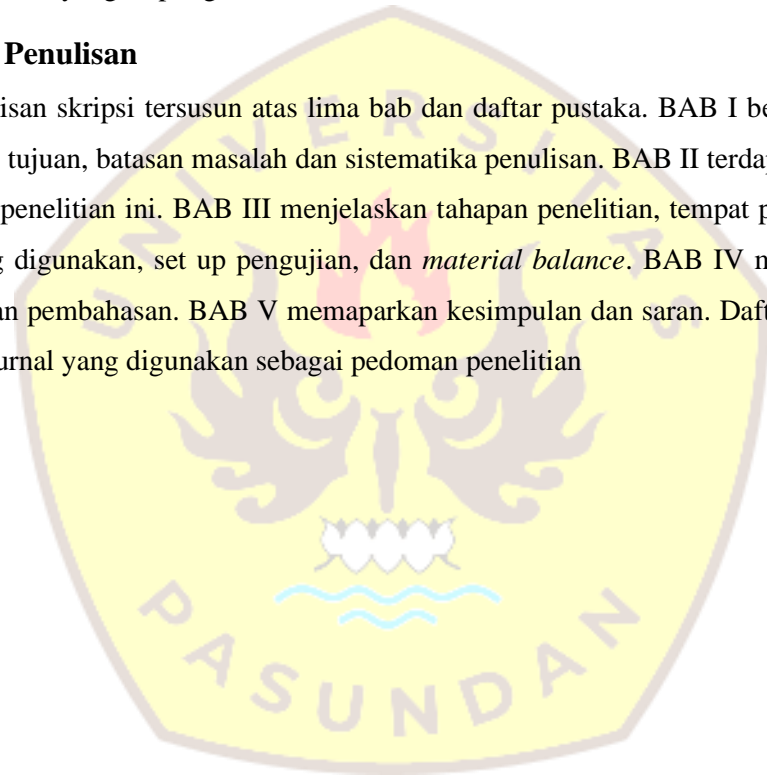
#### **4. Batasan Masalah**

Batasan masalah diperlukan dalam penelitian untuk menghindari meluasnya topik yang dibahas. Adapun Batasan masalah yang telah dirangkum sebagai berikut:

1. Material yang dibuat adalah paduan *Stainless Steel* AISI 347.
2. Tungku yang digunakan pada penelitian ini adalah *Electric Arc Furnace*.
3. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian struktur mikro metalografi, pengujian kekerasan Metode *Vickers* dan pengujian kimia *Optical Emission Spectrometer*.
4. Material lokal yang digunakan adalah paduan *Ferronickel*.
5. Pada penelitian ini hanya melakukan pembuatan paduan *Stainless Steel* AISI 347 dan tidak berupa produk yang siap digunakan.

#### **5. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan skripsi tersusun atas lima bab dan daftar pustaka. BAB I berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan. BAB II terdapat teori dasar yang digunakan dalam penelitian ini. BAB III menjelaskan tahapan penelitian, tempat penelitian, peralatan dan material yang digunakan, set up pengujian, dan *material balance*. BAB IV menjelaskan tentang hasil penelitian dan pembahasan. BAB V memaparkan kesimpulan dan saran. Daftar Pustaka terdapat buku acuan atau jurnal yang digunakan sebagai pedoman penelitian





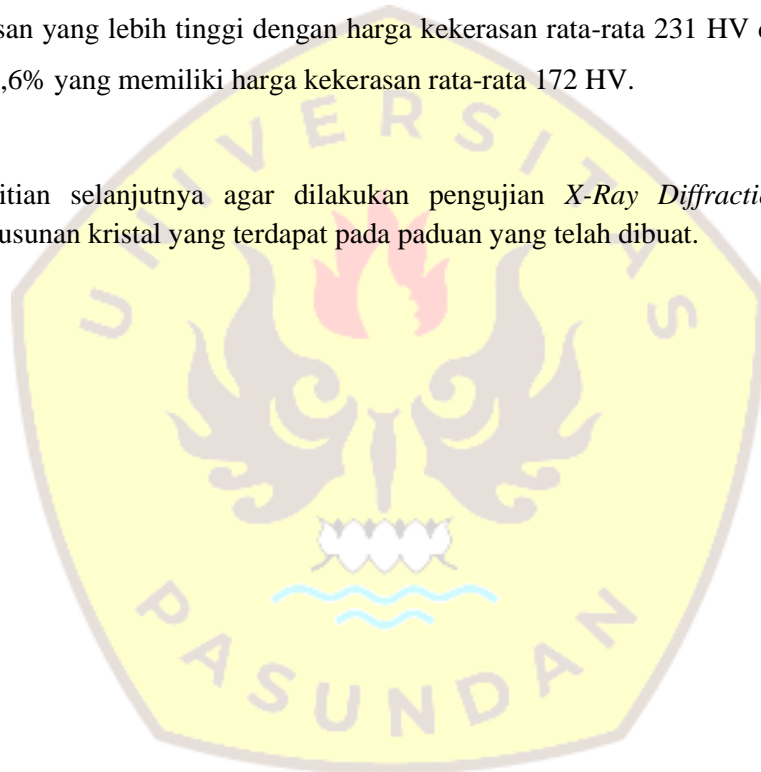
## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

- A. Pembuatan paduan *Austenitic stainless steel* AISI 341 dengan menggunakan material *ferronickel* lokal telah berhasil dilakukan, dari hasil uji *Optical Emission Spectrometer* diperoleh komposisi hasil rancangan sesuai dengan komposisi standar AISI 347 dan fasa paduannya sesuai dengan yang diinginkan, yaitu fasa austenit.
- B. Hasil pengujian struktur mikro menunjukkan pada spesimen uji yang telah dibuat pada penelitian ini sudah sesuai dengan standar yaitu memiliki struktur Austenite. Paduan yang telah dibuat memiliki sifat non magnetik.
- C. Hasil pengujian kekerasan Vickers menunjukkan bahwa paduan FeNi-Cr 19%-Nb 0,8% memiliki harga kekerasan yang lebih tinggi dengan harga kekerasan rata-rata 231 HV dibandingkan FeNi-Cr 17%-Nb 0,6% yang memiliki harga kekerasan rata-rata 172 HV.

### 2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya agar dilakukan pengujian *X-Ray Diffraction* yang bertujuan mengetahui susunan kristal yang terdapat pada paduan yang telah dibuat.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Bill *et al.*, “A short-time approach for fatigue life evaluation of AISI 347 steel for nuclear power energy applications,” *Applied Sciences*, vol. 11, no. 23, p. 11405, 2021.
- [2] H. P. Djoko, E. Umar, and G. S. Dani, “Evaluation corrosion behavior on commercial stainless steel SS 304 in Nano fluids water-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> system at different pH by Electrochemical Impedance Spectroscopy methods,” in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, 2020, p. 012025.
- [3] S. S. T. Surdia, *Pengetahuan bahan teknik*, 6th ed., no. 6. Bandung: PT Pradnya Paramita, 2005.
- [4] T. Elga, “Stainless steel technical handbook,” pp. 1–34, 1938.
- [5] A. Budianto, K. Purwantini, and B. A. T. Sujitno, “Pengamatan Struktur Mikro pada Korosi antar Butir dari Material Baja Tahan Karat Austenitik setelah Mengalami Proses Pemanasan,” in *Jurnal Forum Nuklir*, 2009, pp. 107–130.
- [6] “The Atlas Steels Technical Handbook of Stainless Steels Atlas Steels Technical Department,” 2013. [Online]. Available: [www.atlassteels.com.au](http://www.atlassteels.com.au).
- [7] I. Ben-Haroe, A. Rosen, and I. W. Hall, “Evolution of microstructure of AISI 347 stainless steel during heat treatment,” *Materials science and technology*, vol. 9, no. 7, pp. 620–626, 1993.
- [8] Cradley Heath, “Chemical Compositions of AISI 347.” Accessed: May 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.thyssenkrupp-materials.co.uk/stainless-steel-347-14550.html>
- [9] N. Effendi, “Austenitic Type Stainless Steel Production By Foundry,” *Urania: Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, vol. 16, no. 2, pp. 47–104, 2016.
- [10] D. C. Larbalestier and H. W. King, “Austenitic stainless steels at cryogenic temperatures 1—Structural stability and magnetic properties,” *Cryogenics (Guildf)*, vol. 13, no. 3, pp. 160–168, 1973.
- [11] A. S. Lima, A. M. do Nascimento, H. F. G. de Abreu, and P. de Lima-Neto, “Sensitization evaluation of the austenitic stainless steel AISI 304L, 316L, 321 and 347,” *J Mater Sci*, vol. 40, pp. 139–144, 2005.
- [12] AH Ismoyo, M Dani, Parikin Parikin, and SH Pratiwi, “Pengamatan Sifat Mekanik dan Struktur Mikrokristal Sekitar Las TIG Filer AISI 312 Pada Baja 15% Cr25% Ni Untuk Bahan Struktur Reaktor,” *Seminar Nasional XI SDM Teknologi Nuklir*, pp. 269–274, 2015.
- [13] S. Hidayah and D. S. Guntur, “Karakterisasi Logam Paduan FeNiCr Hasil Peleburan Menggunakan Tungku Busur Listrik pada Berbagai Komposisi Paduan,” *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia (Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology)*, vol. 4, no. 1, p. 19, 2003.

- [14] I. Maragkos and D. Panias, "Synthesis of ferronickel slag-based geopolymers." Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: <http://arti-definisipengertian.info/pengertian-feronikel/>
- [15] H. Kidam, "Proses Peleburan Baja dalam Electric Arc," *Jur. Tek. Metal. Univeritas Sultan Ageng Tirtayasa*, 2015.
- [16] Desmira, "Analisa Alur Tenaga Listrik Transformator Daya Electrical Arc Furnace (EAF)," (*Study Kasus: PT. Krakatau Steel*), 2020.
- [17] J. G. Jorg, M. KrügerKr, A. Reuter, and T. Probst, "Metallurgical Furnaces," *doi: 10.1002/14356007.b04.*, 2005.
- [18] T. Surdia and K. Chijiwa, *Teknik Pengecoran Logam*, 7th ed. jakarta: PT Pradnya Paramita, 2007.
- [19] I. Fadhilah, "Analisis Struktur Mikro ( Metalografi )," *J. Ilm.*, pp. 1–1, 2018.
- [20] D. G. Elwood, *Mechanical Metallurgy*, 2nd ed. London: McGraw-Hill International Book Company, 1981.
- [21] J.-M. Schneider, M. Bigerelle, and A. Iost, "Statistical analysis of the Vickers hardness," *Materials Science and Engineering: A*, vol. 262, no. 1–2, pp. 256–263, 1999.
- [22] N. Nayan, R. Sanudin, T. Ibrahim, and T. Nadzlin, "An Introduction to Optical Emission Spectroscopy and Lase-Aided Spectroscopy Techniques for Low-Temperature Plasma Analyses," *Proceeding of MUCEET. Pahang*, pp. 20–22, 2009.
- [23] B. Charles and K. J. Fredeen, "Concepts, instrumentation and techniques in inductively coupled plasma optical emission spectrometry," *Perkin Elmer Corp*, vol. 3, no. 2, p. 115, 1997.
- [24] Mettler Toledo, "AL204 Analytical Balance - Produk diskontinu." Accessed: May 30, 2024.[Online].Available:[https://www.mt.com/id/id/home/phased\\_out\\_products/Laboratory\\_Weighing\\_Solutions/Analytical/AL/AL204.html](https://www.mt.com/id/id/home/phased_out_products/Laboratory_Weighing_Solutions/Analytical/AL/AL204.html)
- [25] Evisa, "Thermo ARL - ARL 3460 Optical Emission Spectrometer ( Thermo Scientific )." Accessed: May 30, 2024.[Online].Available:<https://speciation.net/Database/Instruments/ThermoARL/ARL-3460-Optical-Emission-Spectrometer-;i1527>