

Volume 19, No 3, September 2019

p-ISSN 1410-9794
e-ISSN 2597-792X

Jurnal Kajian Ilmiah

Universitas Bhayangkara Jakarta Raya



LEMBAGA PENELITIAN,
PENGABDIAN KEPADA
MASYARAKAT DAN PUBLIKASI
UNIVERSITAS BHAYANGKARA
JAKARTA RAYA

Jurnal Kajian Ilmiah

Universitas Bhayangkara Jakarta Raya

ISSN : 1410-9794, E-ISSN : 2597-792X

Volume 19, Nomor 3, September 2019

Jurnal Kajian Ilmiah (JKI) ini menyajikan tulisan-tulisan ilmiah yang memuat hasil-hasil penelitian, ulasan-ulasan ilmiah serta membahas penelitian yang menjadi obyek kajian pada umumnya. Jurnal Kajian Ilmiah ini diterbitkan oleh Lembaga Penelitian, Pengabdian Kepada Masyarakat dan Publikasi Universitas Bhayangkara Jakarta Raya (LPPMP-UBHARA JAYA).

Jurnal Kajian Ilmiah (JKI) terbit pertama kali pada tahun 1998 dengan ISSN 1410-9794. Pada tahun 2017 JKI dikelola secara online melalui Open Journal System (OJS) dan terbit dengan E-ISSN 2597-792X berdasarkan SK LIPI Indonesia No. 0005.2597792X/JI.3.1/SK.ISSN/2017.09 Publikasi jurnal dilakukan 3 (tiga) kali dalam satu tahun yaitu pada bulan Januari, Mei dan September.

Redaksi tidak bertanggungjawab atas semua konten isi dalam artikel terkait isu copyrights, plagiarism, dll. Penulis bertanggungjawab penuh atas konten isi artikel.

Sekretariat Redaksi:

**Lembaga Penelitian Pengabdian Kepada Masyarakat dan Publikasi
Universitas Bhayangkara Jakarta Raya**

Jl. Raya Perjuangan, Marga Mulya, Bekasi Utara, Jawa Barat 17121

Telp: 021-88955882, 889955883, E-mail: jki@ubharajaya.org

<http://jurnal.ubharajaya.org/index.php/kajian-ilmiah>

DAFTAR ISI

1.	Analisis Pengaruh Penambahan Strontium Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Pada Paduan Al90,28Si6,42Cu2,66Fe0,67 Budiarto Djono Siswanto, Hernowo Widodo.....	195-202
2.	Sistem Pelayanan Jasa Bimbingan Belajar Privat Berbasis Website Pada Bimbel Embrio Klaten Rousyati Rousyati, Recha Abriana Anggraini.....	203-212
3.	Analisis Faktor Mempengaruhi Profitabilitas Bank Perkreditan Rakyat Di Kota Batam Jontro Simanjuntak.....	213-221
4.	Pengaruh Motivasi Dan Fasilitas Kerja Terhadap Hasil Kinerja Karyawan Arief Setya Budi, Muhammad Rizky Kusumayudha, Dwizah Riana	222-230
5.	Analisis Pengaruh Pemanasan Penuaan Dan Media Pendingin Terhadap Kekerasan, Strukturmikro Dan Struktur Kristal Paduan Cuhfco Edward Baringin Sihite, Budiarto Djono Siswanto.....	231-238
6.	Analisis Sentimen Masyarakat Terhadap Fenomena Teroris Melalui Twitter Di Indonesia Andreyestha.....	239-247

Analisis Pengaruh Penuaan Dan Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Strukturmikro Paduan CuHfCo

Edward Baringin Sihite¹, Budiarto²
edwardsihite@uki.ac.id Teknik Elektro FT UKI
budidamaz@gmail.com Teknik UKI

Abstrak - Analisis pengaruh perlakuan panas penuaan dan media pendingin terhadap kekerasan, strukturmikro, dan struktur kristal paduan CuHfCo telah dilakukan. Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh media pendingin air dan udara sesudah perlakuan panas homogenisasi 850⁰C, ditahan 1 jam, dan penuaan pada temperatur 300⁰C terhadap kekerasan, strukturmikro, struktur kristal, dan komposisi unsur kimia. Pengujian kekerasan bahan paduan CuHfCo dengan skala Vickers dan pengujian struktur kristal dan ukuran kisi kristal menggunakan difraktometer sinar-X. Pengamatan morfologi permukaan dan komposisi unsur dengan Scanning Elektron Mikroskop dan Energi Dispersif Sinar-X (SEM-EDX). Hasil uji kekerasan bahan paduan CuHfCo setelah perlakuan panas mengalami peningkatan nilai kekerasan sebesar 6,7% dari 372,3HV menjadi 397,1 HV. Hasil uji strukturmikro dan ukuran kisi kristal menunjukkan bahwa ukuran kisi kristal pada bahan paduan CuHfCo baik pendinginan air dan udara sekitar 18-84 nm serta terbentuk fasa martensit- γ . Dan hasil analisa SEM menunjukkan eksisnya fasa *twinned martensite* dan komposisi unsur kimianya sebesar Cu 67 %, Hf 21 %, dan Co 12%.

Kata kunci : *bahan paduan CuHfCo, perlakuan panas penuaan, SEM-EDX, XRD, strukturmikro*

Abstract- Analysis of the effect of aging heat treatment and cooling media on hardness, microstructure, and crystal structure of CuHfCo alloys was carried out. This study was to determine the effect of water and air cooling media after homogenization 850⁰C heat treatment, held for 1 hour, and aging at 300⁰C temperature against hardness, microstructure and chemical element composition. Testing the hardness of CuHfCo alloy with Vickers scale and testing the crystal structure and crystal lattice size using X-ray diffractometer. Observation of surface morphology and elemental composition with Scanning Electron Microscopy and X-ray Dispersive Energy (SEM-EDX). The hardness test results of CuHfCo alloy material after heat treatment increased the hardness value by 6.7% from 372.3HV to 397.1 HV. The microstructure test results and crystal lattice size showed that the size of the crystal lattice in CuHfCo alloy materials both cooling water and air around 18-84 nm and forming a martensite phase- γ . And the results of SEM analysis showed the existence of martensite twinned phase and chemical composition of Cu 67%, Hf 21%, and Co 12%.

Keywords: *CuHfCo alloy material, age of heat treatment, SEM-EDX, XRD, microstructure*

1. PENDAHULUAN

Paduan tembaga dan paduannya telah banyak aplikasikan dibidang biomedis, dan industri serta aplikasi yang luas di bidang kelautan, aplikasi luar angkasa dan juga digunakan dalam penggunaan medis bedah seperti kawat pemandu. Karena pada unsur tembaga ini dengan penambahan sejumlah kecil unsur kimia, seperti unsur berilium mempunyai efek elastis pada suhu kamar, karena transformasi martensit dari fase austenit (β) memiliki struktur kristal BCC ke fase martensit yang memiliki kristal monoklinik struktur. Aplikasi paduan ini digunakan sebagai efek peredam getar pada struktur untuk konstruksi bangunan dan konstruksi jembatan. Perlakuan panas dari paduan tembaga ini seperti pendinginan dari suhu tinggi dan kemudian penuaan pada suhu dan waktu yang berbeda menyebabkan terjadinya pembentukan fase. (Filippo Berto et al., 2013). Menurut (Adjiantoro, B dan Budiarto, 2000), fasa martensit yang terlihat pada mikrostruktur yang berupa pelat-pelat atau lamelar-lamellar yang biasanya mengakibatkan ukuran butiran semakin besar sehingga sifat mampu bentuk paduan umumnya relative rendah (sebagai akibat dari ukuran butir fasa β yang besar dan terkenal dengan harga kekerasannya tinggi) (Budiarto dan Dian Triawisha Khusma, 2015).

Bahan paduan CuHfCo merupakan salah satu bahan yang cocok untuk digunakan sebagai bahan utama pembuat dari cetakan (*molding*) plastik. Bahan CuHfCo ini memiliki karakteristik material dengan kekerasan, kemampuan machinability, kemampuan finishing dengan polishing, dan memiliki konduktivitas thermal yang memenuhi kebutuhan standar cetakan plastik. Ada perubahan strukturmikro pada bahan paduan CuHfCo yang dikarenakan temperatur yang tinggi saat di *heat treatment*. Salah satu perlakuan panas *age hardening* akan meningkatkan kekuatan bahan paduan CuHfCo. (Sastra Kusuma Wijaya, dkk, 2006), (Syarifudin Yuri, dkk, 2016).

Proses perlakuan panas homogenisasi pada temperatur 850 °C. Artinya, temperatur solidipus menjadi lebih rendah. Karena

terbentuknya kristal campuran yang tertransformasi tidak pada kondisi keseimbangan akan tampak melalui mikroskop sebagai bentuk yang berlapis-lapis. Kristal yang tumbuh terlebih dahulu memiliki komposisi yang berbeda dengan kristal yang terbentuk berikutnya yang memiliki konsentrasi paduan lebih tinggi (Rajan et al., 1994)

Segregasi adalah fenomena penguraian struktur logam yang terjadi selama proses pembekuan, sehingga akan terjadi struktur yang tidak homogen. Sehingga bentuk kristal inhomogen ini disebut segregasi kristal.

Pada kasus-kasus difusi yang tidak sempat tercapai, dapat terjadi karena sisa cairan menjadi sedemikian kaya akan unsur paduan. Cairan akan tertransformasi sebagai kristal baru yang berdiri sendiri dan tidak tumbuh pada kristal-kristal primer yang telah ada sebelumnya. Besar dari segregasi kristal ditentukan oleh faktor-faktor berikut: kecepatan pendinginan, kecepatan difusi unsur paduan kedalam unsur utama, dan panjang interval pembekuan. Kristal campuran akan tersegregasi semakin banyak bila kecepatan pendinginan semakin tinggi, kecepatan difusi semakin rendah dan semakin panjangnya interval pembekuan.

Mengingat hampir semua paduan teknis secara keseluruhan atau setidaknya sebagian besar terdiri dari kristal campuran, maka hampir dapat dipastikan, pada proses pengecoran logam akan terjadi segregasi kristal. Namun karena produk yang dibuat dikehendaki terdiri dari kristal-kristal campuran yang homogen, maka segregasi ini harus diatasi.

Solusi untuk mengatasi segregasi kristal adalah *Homogenizations Treatment* (proses perlakuan panas homogenisasi), dimana paduan inhomogen dipanaskan pada temperatur yang memadai serta ditahan pada waktu yang cukup lama sehingga perbedaan konsentrasi paduan antar lapisan kristal dapat saling menyesuaikan diri secara difusi. Dengan adanya perubahan struktur mikro, maka sedikit banyak sifat-sifat teknis paduan akan berubah.

1.1 SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Pengujian mikrostruktur dilakukan untuk melihat mikrostruktur yang terjadi pada bahan paduan CuHfCo. Dimana alat yang digunakan untuk pengamatan mikrostruktur adalah SEM. Untuk melihat wujud fasa struktur yang terbentuk pada bahan paduan CuHfCo. Sedangkan untuk pengamatan komposisi unsur kimia secara kuantitatif dan kualitatif menggunakan Energy Dispersif Sinar-X Spektroskopi (EDXS). SEM merupakan sebuah mikroskop elektron yang berfungsi untuk melihat/menganalisa suatu permukaan dari sampel dengan cara menembakkan elektron dengan energi tinggi pada sampel. Elektron ini kemudian berinteraksi dengan atom-atom pada sampel sehingga sampel akan memproduksi sinyal-sinyal yang mengandung informasi mengenai topografi permukaan dari sampel komposisi dan beberapa karakteristik lain seperti konduktivitas listrik.

Definisi lain dari SEM adalah merupakan suatu mikroskop elektron yang mampu untuk menghasilkan gambar beresolusi tinggi dari sebuah permukaan sampel. Gambar yang dihasilkan oleh SEM memiliki karakteristik penampilan tiga dimensi, dan dapat digunakan untuk menentukan struktur permukaan dari sampel. Hasil gambar dari SEM hanya ditampilkan dalam warna hitam putih. SEM menerapkan prinsip difraksi elektron, dimana pengukurannya sama seperti mikroskop optik. Prinsipnya adalah elektron yang ditembakkan akan dibelokkan oleh lensa elektromagnetik dalam SEM.

SEM menggunakan suatu sumber elektron berupa pemacu elektron (*electron gun*) sebagai pengganti sumber cahaya. Elektron-elektron ini akan diemisikan secara termionik (emisi elektron dengan membutuhkan kalor, sehingga dilakukan pada temperatur yang tinggi) dari sumber elektron.



Gambar 1. Alat SEM untuk pengujian struktur mikro

1.2 Difraktometer Sinar-X (X-Ray Diffraction)

Difraksi sinar-X digunakan untuk mengidentifikasi struktur kristal suatu padatan dengan membandingkan nilai jarak d (bidang kristal) dan intensitas puncak difraksi dengan data standar. Sinar-X merupakan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang sekitar 100 pm yang dihasilkan dari penembakan logam dengan elektron berenergi tinggi. Melalui analisis XRD diketahui dimensi kisi (d =jarak antar kisi) dalam struktur mineral. Sehingga dapat ditentukan apakah suatu material mempunyai kerapatan yang tinggi atau tidak, dan difraksi sinar-x suatu kristal.

Prinsip dasar dari XRD adalah hamburan elektron yang mengenai permukaan kristal. Bila sinar dilewatkan ke permukaan kristal, sebagian sinar tersebut akan terhamburkan dan sebagian lagi akan diteruskan ke lapisan berikutnya. Sinar yang dihamburkan akan berinterferensi secara konstruktif (menguatkan) dan destruktif (melemahkan). Hamburan sinar yang berinterferensi inilah yang digunakan untuk analisis.

Difraksi sinar-X hanya akan terjadi pada sudut tertentu sehingga suatu zat akan mempunyai pola difraksi tertentu. Pengukuran kristalinitas relatif dapat dilakukan dengan membandingkan jumlah tinggi puncak pada sudut-sudut tertentu dengan jumlah tinggi puncak pada sampel standar.

Di dalam kisi kristal, tempat kedudukan sederetan ion atau atom disebut bidang kristal. Bidang kristal ini berfungsi sebagai cermin untuk merefleksikan sinar-X yang datang. Posisi dan arah dari bidang kristal ini disebut indeks miller. Setiap kristal memiliki

bidang kristal dengan posisi dan arah yang khas, sehingga jika disinari dengan sinar-X pada analisis XRD akan memberikan difraktogram yang khas pula.

Dari data XRD yang diperoleh, dilakukan identifikasi puncak-puncak grafik XRD dengan cara mencocokkan puncak yang ada pada grafik tersebut dengan database ICDD. Setelah itu, dilakukan refinement pada data XRD dengan menggunakan metode analisis berupa Rietveld yang terdapat pada program tertentu seperti RIETAN. Pengolahan data analisis struktur dilakukan dengan sistem analisa struktur umum Rietan, sebuah program penghalusan struktur Rietveld yang dikembangkan oleh F. Izumi (Izumi, F, 1994) yang mampu menangani data difraksi serbuk maupun bulk yang diperoleh dengan sinar-X dan neutron (Dicky Antonius dan Budiarto, 2015). Melalui refinement tersebut, fase beserta sruktur, space group, dan parameter kisi yang ada pada sampel yang diketahui.

Apabila sinar-X monokromatis mengenai material kristal, maka setiap bidang kristal akan memantulkan atau menghamburkan sinar-X ke segala arah. Interferensi terjadi hanya antara sinar-sinar pantul sefase sehingga hanya terdapat sinar-X pantulan tertentu saja. Interferensi saling memperkuat apabila sinar-X yang sefase mempunyai selisih lintasan kelipatan bulat panjang gelombang (λ).

Pernyataan ini dinamakan hukum Bragg untuk difraksi kristal, secara matematis dapat dituliskan dalam bentuk persamaan

$$2 d_{hkl} \sin\theta = n\lambda \dots \dots \dots (1)$$

dengan,

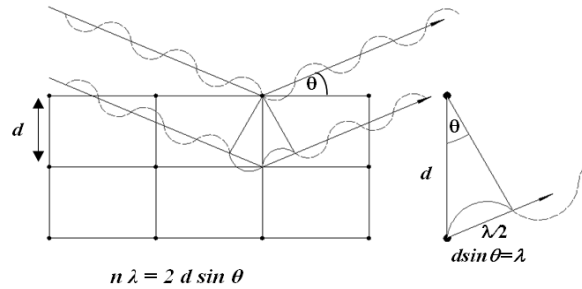
d_{hkl} : jarak antar bidang atom yang berhubungan (\AA)

θ : sudut hamburan ($^\circ$)

n : orde difraksi

λ : panjang gelombang (\AA)

Untuk memudahkan pemahaman persamaan (1), dapat diilustrasikan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Lintasan berkas sinar X yang mengenai kristal



Gambar 3. Alat Difraktometer Sinar-X (XRD)

Diharapkan untuk mengatasi masalah nilai kekerasan dan meningkatkan kekuatan luluh dari bahan paduan CuHfCo, yang dapat dicapai dengan proses perlakuan panas dari larutan anil diikuti oleh proses pemanasan penuaan.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah proses perlakuan panas homogenisasi temperatur 850⁰C, ditahan selama 1 jam dan dilanjutkan pemanasan penuaan (aging) pada temperatur 300⁰C selama 1 jam, kemudian spesimen paduan CuHfCo didinginkan pada media air dan udara. Dengan menganalisa pengaruh perlakuan panas penuaan dan media pendingin, pengujian kekerasan bahan sampel paduan CuHfCo dianalisa dengan skala Vickers. Pengamatan morfologi permukaan dan komposisi unsur sampel paduan CuHfCo dianalisa dengan pengolahan data dari SEM. Pengujian struktur kristal dan ukuran kisi Kristal sampel paduan CuHfCo dianalisa dengan pengolahan data dari XRD.

Bahan: Paduan CuHfCo berbentuk pelat dengan tebal 5,0 mm.

Peralatan:

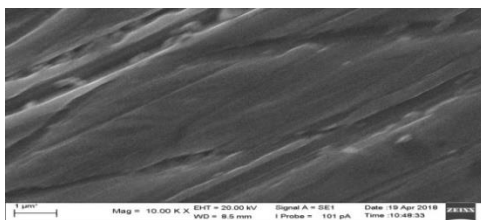
- Sebuah tungku pemanas lengkap
- Alat metalografi lengkap
- Alat difraktometer sinar-X
- Alat SEM-EDX (ASTM E3-01)
- Alat Hardness test (ASTM E18-03)

Cara Percobaan:

1. Persiapan spesimen meliputi pemotongan bahan paduan CuHfCo dengan ukuran 20,0 mm x 20,0 mm x 5,0 mm, kemudian dilakukan proses poles sehingga permukaan rata dan mengkilap.
2. Melakukan perlakuan panas homogenisasi temperatur 850⁰C, ditahan selama 1 jam dan dilanjutkan pemanasan penuaan (*aging*) pada temperatur 300⁰C selama 1 jam, kemudian spesimen paduan CuHfCo didinginkan pada media air dan udara.
3. Melakukan metalografi dimulai dengan pemolesan dengan amplas kertas ukuran 400 sampai 2000, dilanjutkan kain bludru dengan alumina, serta larutan etsa FeCl₃.
4. Melakukan pengamatan morfologi permukaan atau struktur mikro dengan SEM-EDX (ASTM E3-01).
5. Melakukan pengujian struktur Kristal dengan XRD.
6. Melakukan pengujian kekerasan dengan metode Vickers (ASTM E18-03).
7. Melakukan perhitungan dan analisa hasil dari pengujian strukturmikro, struktur kristal, dan kekerasan.

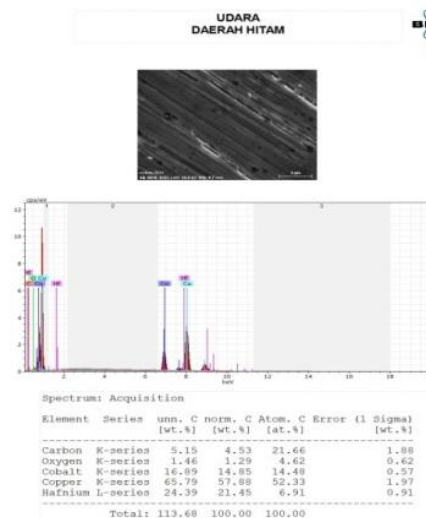
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa strukturmikro dan komposisi unsur kimia dengan SEM-EDX

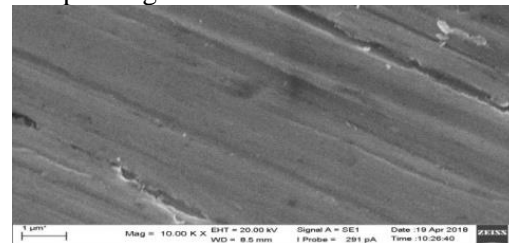


Gambar 4. Mikrograph bahan paduan CuHfCo sesudah homogenisasi, penuaan dan pendinginan air. Pembesaran 10.000X

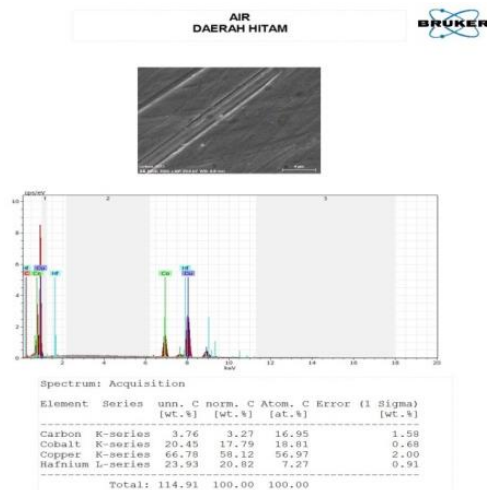
Gambar 4. adalah mikrograph sampel paduan CuHfCo sesudah proses homogenisasi dan penuaan serta media pendingin air. Dari gambar tersebut terdeteksi garis-garis yang menunjukkan keberadaan struktur *martensite*. Pengamatan atas keteraturan garis-garis yang hampir vertikal tersebut menunjukkan eksisnya fasa *twinned martensite* (tipe 2H, fasa $\gamma 1'$) (Kaouache B et al., 2004).



Gambar 5. Komposisi unsur kimia dari bahan paduan CuHfCo sesudah homogenisasi, penuaan dan pendinginan air.



Gambar 6. Mikrograph bahan paduan CuHfCo sesudah homogenisasi, penuaan dan pendinginan udara. Pembesaran 10.000X



Gambar 7. Komposisi unsur kimia dari bahan paduan CuHfCo sesudah homogenisasi, penuaan dan pendinginan udara.

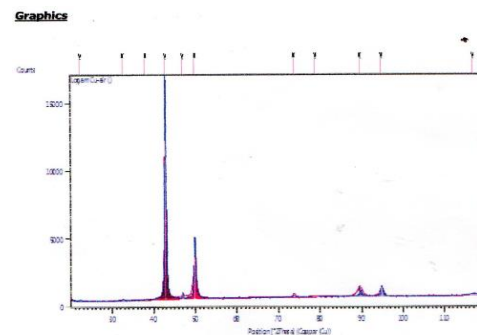
Perlakuan panas paduan CuHfCo pada pemanasan homogenisasi 850°C dan proses penuaan 300°C di daerah fase Austenite menurut diagram fase selama 1 jam dan pendinginan dalam air dan udara telah bertransformasi ke fase martensit memiliki struktur kristal monoklinik. Perbedaan media pendingin antara air dan udara yaitu fase martensit pada pendingin air memiliki plat fase martensit yang kecil dan halus sedangkan pada udara memiliki plat martensit yang tebal. Sehingga perbedaan yang sangat kecil dalam hal fase martensit ini, sulit dikenali di antara fase austenite dan martensit pada struktur mikronya (Kaouache B et al., 2004).

3.2. Analisa struktur kristal dan ukuran kisi kristal.

Pengujian XRD dilakukan untuk mengetahui struktur kristal dan ukuran kisi pada paduan Cu-Hf-Co setelah mengalami perlakuan panas.

Pada pengujian XRD ini terdapat pola difraksi XRD yang terdiri dari beberapa peak, intensitas peak diplot dalam sumbu y dan sudut difraksi yang terukur diplot pada sumbu x. Setiap peak yang terjadi merupakan sinar-X yang terdifraksi dari bidang spesimen yang di uji. Setiap peak memiliki intensitas yang berbeda tergantung dengan jumlah sinar-X yang terdeteksi oleh detector untuk setiap sudutnya.

Berikut adalah hasil pengujian terhadap spesimen Cu-Hf-Co yang di mengalami proses pendinginan dengan media air.



Gambar 8. Difraktogram sinar-X dari paduan Cu-Hf-Co (media Air)

Tabel 1. Data hasil pengujian XRD paduan CuHfCo (Media Air)

Posisi 2θ(°)	Cacah (cts)	FWHM (°)	d-jarak (Å)	BentukFasa	Ukuran kristal (nm)
42.8781	11680.49	0.4093	2.10453	Martensit-γ	35.95
50.1773	3115.89	0.5235	1.82156	Martensit-γ	28.93
79.2059	24.87	1.6374	1.21066	Martensit-γ	18.83
89.7844	674.09	0.2355	1.09233	Martensit-γ	82.07

Ukuran butir dari kisi kristal dapat diamati dengan hasil karakterisasi nilai FWHM dari puncak bidang difraksi. Pada umumnya, nilai FWHM digunakan untuk menentukan ukuran partikel dengan menggunakan persamaan Scherrer. Nilai FWHM diperoleh dari hasil fitting puncak difraksi sinar-X dengan mengambil fungsi Gaussian. Dari hasil fitting, FWHM dikonversi ke dalam satuan radian dengan dikalikan /180. Sudut Bragg sebagai representasi dari bidang (hkl) diperoleh dari nilai centre (xc). Fitting Gaussian untuk menentukan FWHM dan sudut Bragg menggunakan software Origin 8. Perhitungan besarnya kristal pada paduan CuHfCo dengan media pendinginan air, perhitungan dilakukan dengan rumus oleh Derby Scherrer dengan persamaan sebagai berikut :

$$D = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta} \text{ \AA} \dots (2)$$

Keterangan :

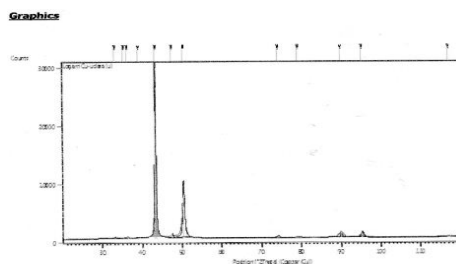
D = Ukuran diameter kristalit

k = Nilai ketetapan D.Scherrer (0,89)

λ = panjang gelombang dari sumber sinar-X (1,54187 Å)

β = Lebar keseluruhan dari puncak

θ = Sudut Bragg dari XRD



Gambar 9. Difraktogram sinar-X dari paduan Cu-Hf-Co (media Udara)

Tabel 2. Data hasil pengujian XRD paduan CuHfCo (Media Udara)

Posisi 2θ(°)	Height (cts)	FWHM (°)	d-jarak (Å)	Bentuk fasa	Ukuran kristal (nm)
43.5605	21678.93	0.3582	2.08228	Martensit-γ	42,56
50.6466	6757.29	0.5628	1.80574	Martensit-γ	26,98
90.1589	910.04	0.2558	1.08971	Martensit-γ	75,86
95.5579	754.61	0.6652	1.04185	Martensit-γ	30,78

Dalam penelitian ini, sampel yang diuji berupa bahan paduan CuHfCo untuk mengidentifikasi fasa yang terbentuk, parameter kisi serta ukuran kisi kristal CuHfCo. Hasil uji karakterisasi XRD membentuk pola difraktogram CuHfCo. Ukuran butir kristal CuHfCo kemudian ditentukan melalui persamaan 2. Dari persamaan tersebut menghasilkan nilai ukuran butir kristal. Hubungan antara nilai ukuran butir kristal dengan pengaruh pendinginan air dan udara. Nilai ukuran butir kristal dipengaruhi oleh lebar spektrum XRD yaitu nilai FWHM dan sudut 2θ nya. Jika nilai FWHM dan sudut 2θ kecil maka ukuran butir kristal besar begitupun sebaliknya. Hasil uji struktur kristal menunjukkan bahwa ukuran kisi kristal pada

sampel bahan paduan CuHfCo dengan pendinginan air sekitar (18–83 nm) dan pendingin udara sekitar (26–76 nm), walaupun perbedaan tidak signifikan. Dengan perbedaan pendinginan air dan udara menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan ukuran kristalnya, hal ini karena adanya sedikit efek dari energi regangan. Karena pada pendinginan air dengan lama waktu penuaan yang sama akan memindahkan partikel nano di sepanjang pelat fase martensit (Kaouache B et al., 2004).

Adanya perlakuan panas penuaan pada bahan paduan CuHfCo tidak menimbulkan perubahan pada strukturmikro, tapi dapat meningkatkan sedikit nilai kekerasannya yaitu 6,7%. Dan nilai kekerasan ini setara dengan sifat tahan aus ($> 300 \text{ N/mm}^2$ at 108 cycles), kestabilan pada temperatur tinggi (melting point 865-980 OC) juga keuletan. (modulus elasticity 130.000 N/mm²) diambil dari data Beryllium Copper Alloy Technical Guide. (Mitesh Mankani, 2015).

3.3. Analisa Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan dengan metode Vickers dari bahan paduan CuHfCo sebelum dan setelah perlakuan panas penuaan dan didinginkan pada media pendinginan air dan udara dilihat Tabel 3, berikut ini.

Tabel 3. Data hasil uji kekerasan paduan CuHfCo

Bahan	Test	Hasil	Rerata
Paduan CuHfCo (as-cast)	1	370,3 HV	372,3
	2	371,1 HV	
	3	375,5 HV	
Paduan CuHfCo (udara)	1	379,6 HV	376,4
	2	377,8 HV	
	3	377 HV	
Paduan CuHfCo (air)	1	389,2 HV	397,1
	2	409,5 HV	
	3	386,6 HV	

Dari Tabel 3, diatas dapat dilihat bahwa perlakuan panas dapat dikategorikan sebagai pengerasan penuaan dan di kelompokkan pada *high resistance alloy*, dengan rentang kekerasan pada 370-440 HV (Mitesh Mankani, 2015).

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa pengaruh pemanasan penuaan dan media pendingin air dan udara sesudah perlakuan panas homogenisasi 850⁰C, ditahan 1 jam, dan penuaan pada temperatur 300⁰C dapat disimpulkan. Terdapat perbedaan nilai kekerasan bahan paduan CuHfCo as-cast dengan setelah perlakuan panas homogenisasi dan penuaan adalah sebesar 6,7% (dari 372,3 HV menjadi 397,1 HV). Juga telah terjadi perubahan fasa pada paduan CuHfCo setelah perlakuan panas homogenisasi dan penuaan dari fasa austenite menjadi fasa martensit. Selain itu, penelitian ini menyatakan terdapat perbedaan ukuran kristal bahan paduan CuHfCo setelah perlakuan panas homogenisasi dan penuaan antara pendinginan air (18–83 nm) dengan pendingin udara (26–76 nm). Untuk melengkapi penelitian ini perlu dilakukan pengujian kekuatan tarik, kekuatan impak dan kekuatan aus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Filippo Berto, Paolo Lazzarin, dan Pasquale Gallo. 2013. *High Temperature Fatigue Strength of A Copper Cobalt Beryllium Alloy*. Jurnal , J Strain Analysis, United Kingdom.
- [2] Adjiantoro, Bintang dan Budiarto. 2000. *Pengaruh Penambahan Unsur Zr dan Ti pada Paduan CuZnAl Terhadap Struktur Kristal, Kekerasan dan Struktur Mikro*. Prosiding Seminar Nasional Hamburan Neutron dan Sinar X Ke 3. ISSN-1410-7686. Serpong.
- [3] Sastra Kusuma Wijaya, Rosalina Tjandrawinata, Parangtopo. 2006. *Penggunaan XRD untuk Penghitungan Ukuran Kristalit Studi Kasus pada SiC*. Jurnal, Prosiding Pertemuan Ilmiah Sains Materi, Jakarta.
- [4] Syaifudin Yuri , Sofyan Djamil, M. Sobrom Yamin Lubis. 2016. *Pengaruh Media Pendingin pada Proses Hardening Material Baja S45C*. Jurnal, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Tarumanegara, Jakarta.
- [5] T. V. Rajan, C. P. Sharma dan Ashok Sharma. 1994. *Heat Treatment Principles and Techniques*. Prentice-Hall of India, New Delhi.
- [6] Mitesh Mankani, SS Sharma. 2015. *Heat Treatment of Mill-hardened Beryllium Copper for Space Applications*. Jurnal, Manipal Institute of Technology, Manipal University, India.
- [7] S.Zalk D.Moreno. 2009. *Fracture Characterization of Welded Copper-Beryllium Alloy*. Jurnal, Nuclear Research Center, Beer Sheva, Israel.
- [8] Kaouache B, Berveiller S, Inal K, Eberhardt A, Patoor E. 2004. *Stress analysis of martensitic transformation in Cu-Al-Be polycrystalline and single crystalline shape memory alloy*. Mater Sci Eng A378: 232-237
- [9] Budiarto dan Dian Triawisha Khusma. 2015. *Analisis Pengaruh Temperatur Normalizing Dan Media Pendingin Terhadap Struktur Mikro, Identifikasi Fasa Dan Kekerasan Pada Paduan Ingat Bentuk CuZnFe*. Jurnal Kajian Ilmiah UBJ, Volume 15 Nomer: 2, Edisi September 2015, ISSN 1410-9794.
- [10] Dicky Antonius dan Budiarto. 2015. *Studi Pengaruh Lakupanas Aniling Terhadap Residual Stress Pada Baja Tahan Karat 304L*. Jurnal Kajian Ilmiah UBJ, Volume 15 Nomer: 1, Edisi Mei 2015, ISSN 1410-9794.
- [11] Izumi, F. 1994. *A Rietveld-Refinement Program RIETAN-94 for Angle-Dispersive X-Ray and Neutron Powder Diffraction*. NIRIM, Japan.

PKP|INDEX



DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

Google
"scholar"

ALAMAT

KAMPUS I

Jl. Darmawangsa I No. 1 Kebayoran Baru, Jakarta
12140

Telp : +62 21 7267655, +62 21 7231948

KAMPUS II

Jl. Raya Perjuangan, Bekasi Utara, Jawa Barat 17121,

Telp : +62 21 88955882

Email : jki@ubharajaya.ac.id



P - ISSN 1410-9794



E - ISSN 2597-792X