

PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADUAN Co-Cr-Mo-C-N PADA PERLAKUAN AGING

Kisnandar¹, Alfirano², Muhammad Fitrullah²

1) Mahasiswa Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

2) Dosen Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

kisnandar32@gmail.com alfirano@ft-untirta.ac.id fitrullah@ft-untirta.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang aging pada paduan berbasis kobalt. Penelitian ini menggunakan paduan Co-Cr-Mo (ASTM F75) hasil investment casting dengan memvariasikan penambahan karbon 0,15 dan 0,25% C serta penambahan nitrogen 0,2% N. Spesimen hasil coran tersebut kemudian dipreparasi untuk dilakukan proses solution treatment dengan temperatur pemanasan 1250°C dan dilakukan proses quenching dengan media air es. Setelah itu dilakukan proses aging dengan variasi temperatur 500, 600 dan 700 (°C) dan variasi waktu tahan 0; 7,2; 21,6; 43,2; dan 86,4 (ks). Kemudian spesimen dilakukan analisa struktur mikro dengan pengujian metalografi menggunakan mikroskop optik untuk mengamati struktur mikro yang terbentuk pada spesimen tersebut. Selajutnya spesimen dilakukan uji kekerasan dengan metode Rockwell C, dan untuk analisa fasa yang terbentuk dilakukan proses XRD dengan metode electrolytic extracted dengan menggunakan larutan H₂SO₄ 10% , hasil ekstrak kemudian di saring dengan menggunakan membran saring dalam keadaan vakum untuk mendapatkan presipitatnya. . Presipitat yang terbentuk selama proses aging yakni fasa karbida (M₂₃X₆) dan juga fasa fasa π di paduan 0.25C0N pada temperatur aging 700°C. Kadar karbon juga mempengaruhi kekerasan, nilai kekerasan tertinggi pada paduan Co-Cr-Mo dengan kadar karbon 0,25 %C waktu tahan aging 6 jam sebesar 38,9 HRC.

Kata kunci: aging, Co-Cr-Mo, presipitat

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan biomaterial dalam bidang medis untuk berbagai keperluan yang akan terus meningkat dikarenakan adanya berbagai kasus yang memerlukan adanya implan tulang. Logam paduan Co-Cr-Mo adalah salah satu paduan yang mempunyai sifat *biocompatible*, yang artinya bila logam paduan ini sengaja ditanamkan ke dalam tubuh manusia (implan), keberadaannya tidak ditolak di dalam tubuh atau tidak mengakibatkan alergi bagi tubuh itu sendiri dan bahkan jaringan tulang bisa tumbuh di permukaan logam paduan tersebut.

Paduan Co-Cr-Mo memiliki sifat-sifat tertentu yang dapat mendukung ketika digunakan sebagai implant ke dalam tubuh, diantaranya mempunyai ketahanan terhadap korosi dan sifat mekanik, seperti kekerasan, kekuatan, dan ketahanan aus yang baik. As-cast Co-Cr-Mo banyak mengandung presipitat dan mempunyai ukuran butir yang besar. Hal ini mempengaruhi sifat mekanik, ketahanan korosi serta ketahanan aus.

Logam paduan Co-Cr-Mo ASTM F75 merupakan paduan dari hasil coran yang perlu dilakukan proses perlakuan panas untuk mendapatkan struktur mikro yang seragam. Dengan berbagai variasi temperatur dan waktu tahan aging dan

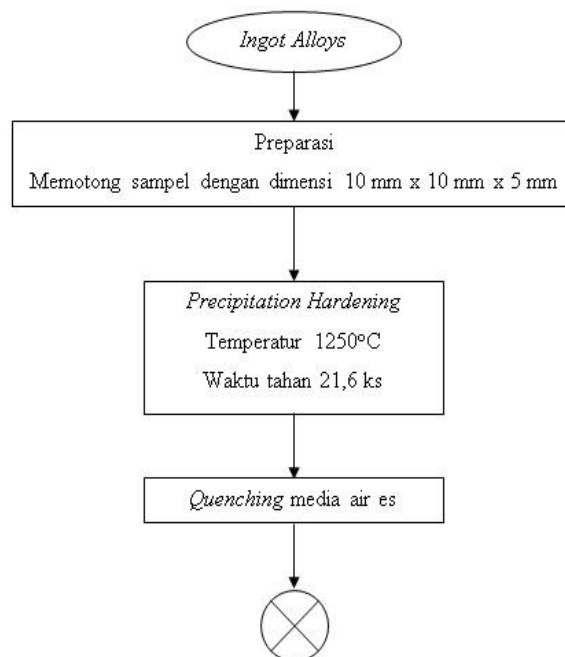
menggunakan media pendingin diharapkan dapat dicapai jumlah presipitat yang sesuai untuk mencapai ketahanan aus, ketahanan korosi dan sifat mekanik yang diinginkan.

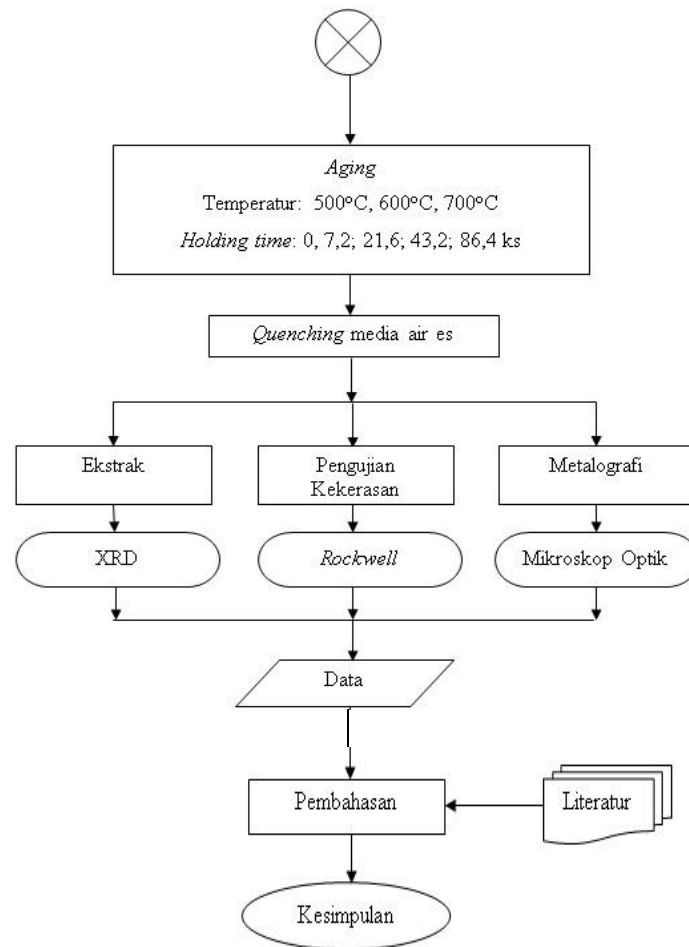
METODE PERCOBAAN

Spesimen yang berupa ingot yang didapat dari Yoneda Advance Casting co. Ltd Takaoka, Jepang yang merupakan hasil investment casting kemudian dipotong dengan dimensi 10 mm x 10 mm x 5 mm menggunakan mesin potong. Berikut ini merupakan komposisi dari sampel yang digunakan pada penelitian ini yang dibedakan berdasarkan kadar karbon dan nitrogen.

Tabel 1 Komposisi Sampel Paduan Co-Cr-Mo-C-N (%)

Sampel	Co	Cr	Mo	Si	Mn	Fe	Ni	N	C
0,15C0N	63,65	28	6	0,8	0,8	0,4	0,2	0	0,15
0,25C0N	63,55	28	6	0,8	0,8	0,4	0,2	0	0,25
0,25C0,2N	63,35	28	6	0,8	0,8	0,4	0,2	0,2	0,25





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Perlakuan Panas

Sampel yang berupa *ingot* yang didapat dari Yoneda Advance Casting co. Ltd Takaoka, Jepang yang merupakan hasil *investment casting* kemudian dipotong dengan dimensi 10 mm x 10 mm x 5 mm menggunakan mesin potong. Setelah dipotong, sampel kemudian dimasukkan ke dalam tabung silika dan dibuat dalam kondisi vakum yang bertujuan untuk mengurangi dekarburisasi pada saat dilakukan pemanasan.

Sampel yang telah dipreparasi kemudian dilakukan perlakuan panas dengan tujuan melarutkan presipitat karbon dan nitrogen yang terkandung dalam paduan. Perlakuan panas dilakukan dengan proses *solution treatment* pada temperatur 1250°C dengan waktu tahan 21,6 ks.

Pada saat proses *solution treatment*, prosedur yang pertama dilakukan adalah mengatur *furnace* pada temperatur 1250°C, ketika mencapai temperatur 1250°C masukkan 48 sampel yang berada pada *silica ampule* selama 21,6 ks kemudian keluarkan lalu pecahkan *silica ampule* dan lakukan pendinginan menggunakan metode *quench* dengan media air es.

Kemudian dilakukan perlakuan panas metode *aging* dengan 3 variasi temperatur, yaitu 500°C, 600°C, 700°C dan variasi waktu tahan 0, 7,2; 21,6; 43,2; 86,4 ks yang kemudian melakukan proses pendinginan dengan metode *quenching* dengan media air es.

Pengujian Kekerasan

Untuk mengetahui sifat mekanik dari sampel hasil penelitian, maka dilakukan suatu pengujian merusak, yakni pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell C* pembebanan 1471N. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali untuk setiap sampelnya. Pengujian kekerasan dilakukan di P2MM LIPI, Serpong-Banten.

Pemeriksaan Metalografi

Tahapan-tahapan yang dilakukan adalah *cutting*, *mounting*, *grinding* dengan amplas grid 80 sampai dengan 1200, kemudian *polishing* dengan menggunakan mikropolis alumina, setelah itu dilakukan *electrolytic etching* dengan campuran 10% H₂SO₄ dalam larutan metanol pada 6V selama 90 detik, kemudian tahapan terakhir yakni *microscop observation* dengan menggunakan mikroskop optik.

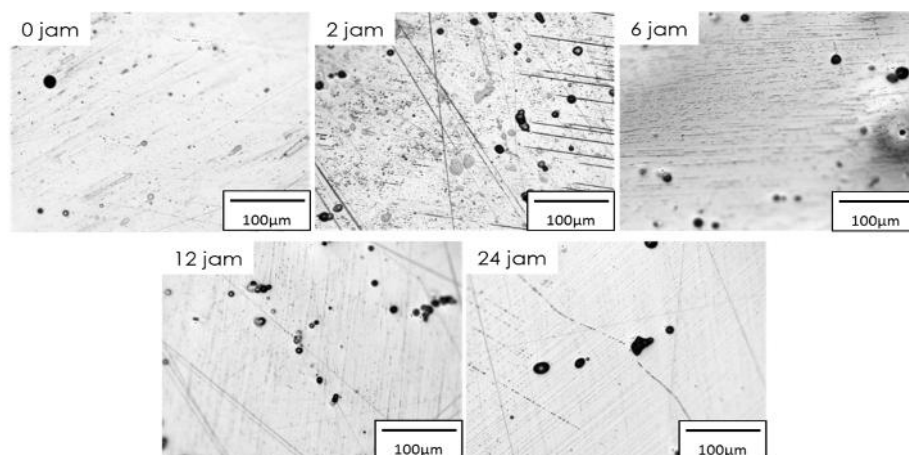
X-Ray Diffraction

Pengamatan fasa pada presipitat dalam sample setelah pemanasan dilakukan *electrolytic extracted* pada temperatur ruang dalam 10% H₂SO₄ dalam larutan aquades pada 4V, presipitat yang terekstrak disaring dengan membran filter yang berukuran 0,2 mikron dalam keadaan vakum, presipitat yang tersaring dilakukan analisa fasa menggunakan difraksi sinar X. Standar analisa berdasarkan *JCPDS (Joint Committe on Powder Diffraction Standard) (1969)*.

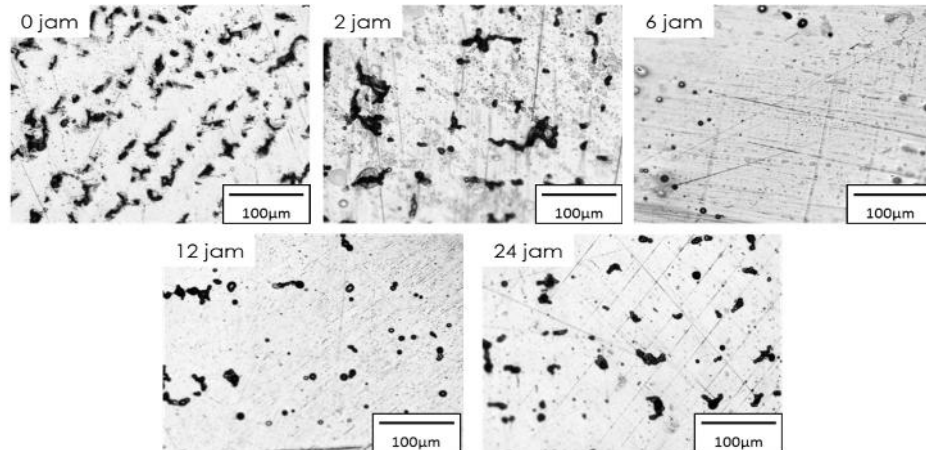
HASIL PENELITIAN

Data Hasil Pemeriksaan Metalografi

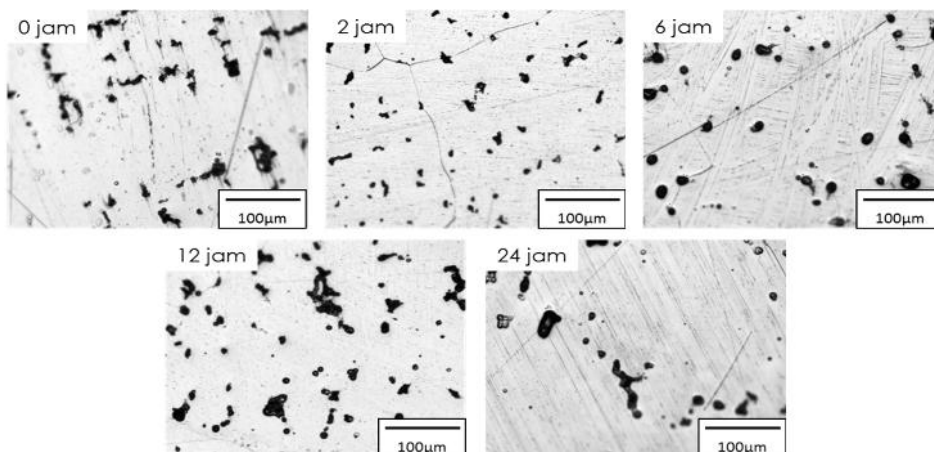
Pemeriksaan metalografi dilakukan untuk mengetahui struktur mikro dari sampel paduan berbasis kobalt dengan variasi karbon dan nitrogen yang berbeda Berikut ini merupakan hasil dari pemeriksaan metalografi.



Gambar 2 Struktur mikro hasil *aging* (200x perbesaran) paduan Co-Cr-Mo 0,15C0N.



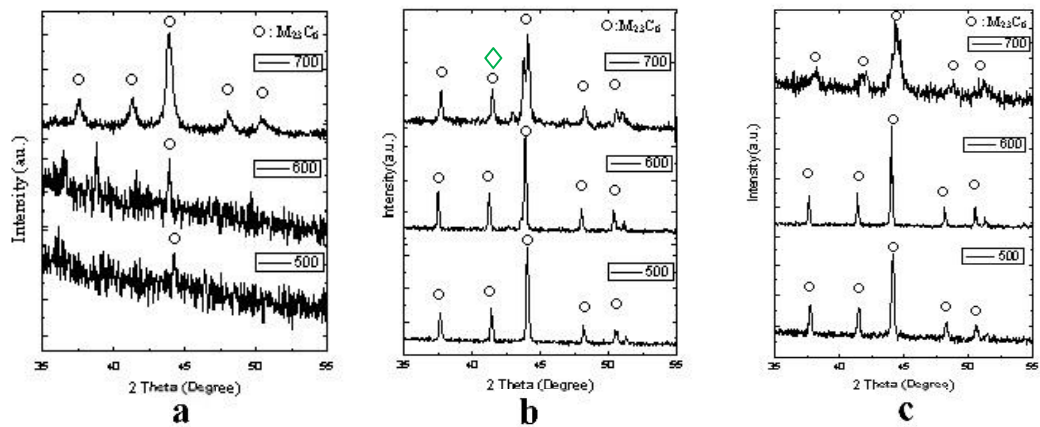
Gambar 3 Struktur mikro hasil *aging* (200x perbesaran) paduan Co-Cr-Mo 0,25C0N.



Gambar 4 Struktur mikro hasil *aging* (200x perbesaran) paduan Co-Cr-Mo 0,25C0,2N.

Data Hasil XRD

Sampel paduan Co-Cr-Mo-C-N dilakukan pengujian XRD yang bertujuan untuk mengetahui fasa presipitat yang terdapat pada sampel hasil *aging*. Hasil difraksi sinar X dari fasa penyusun presipitat dari sampel memperlihatkan pola difraksi komponen penyusun presipitat dari sampel paduan. Berikut ini adalah gambar data hasil pengujian XRD



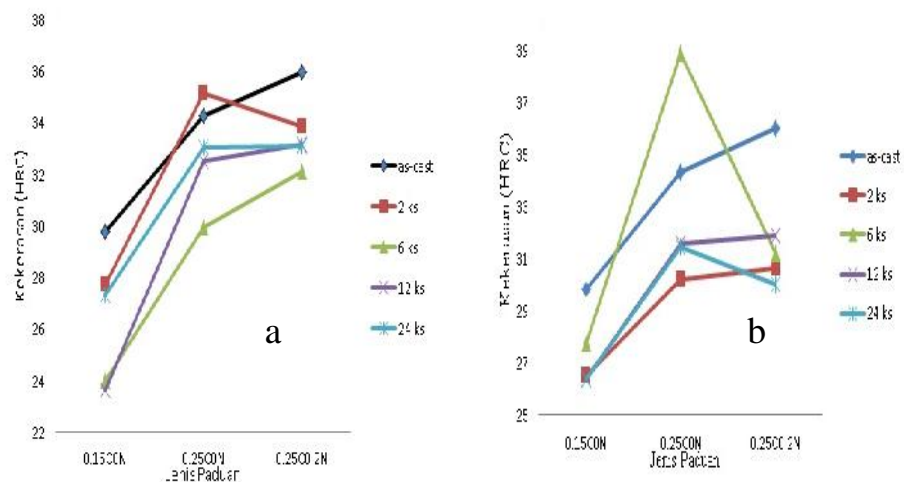
Gambar 5 Hasil XRD sampel (a) 0,15C0N, (b) 0,25C0N, (c) 0,25C0,2N

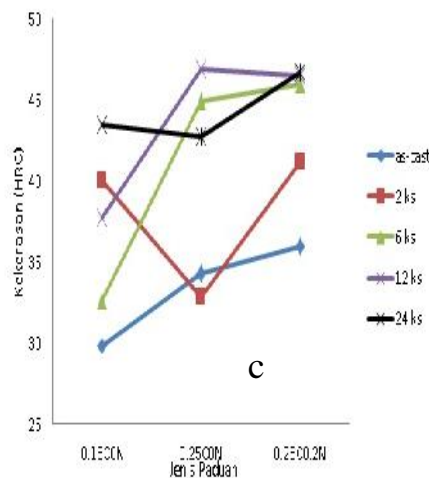
Pada gambar 5 menunjukkan hasil dari pengujian XRD fasa presipitat dari sampel paduan Co-Cr-Mo-C-N, dimana fasa yang terkandung dalam presipitat dari sampel paduan 0.15C0N, 0.25C0N, dan 0.25C0.2N dengan variasi temperatur *aging* 500, 600, dan 700°C dan waktu than *aging* selama 2 jam adalah fasa $M_{23}X_6$. Dan juga ditemukan fasa π di paduan 0.25C0N pada temperatur *aging* 700°C.

Distribusi fasa presipitat akan semakin meningkat seiring meningkatnya kadar karbon dalam paduan Co-Cr-Mo [1], hal ini disebabkan karena karbon cenderung membentuk fasa presipitat tipe $M_{23}C_6$ [2] yang merupakan fasa utama dalam paduan Co-Cr-Mo-C-N.

Data Hasil Pengujian Kekerasan

Berdasarkan pengujian kekerasan dengan menggunakan metode Rockwell C, maka didapatkan data hasil tertera pada Gambar 6 berikut.





Gambar 6. Grafik hubungan antara jenis paduan dan nilai kekerasan kondisi (a) $T=500^{\circ}\text{C}$, (b) $T=600^{\circ}\text{C}$, (c) $T=700^{\circ}\text{C}$

Pada grafik dapat dilihat nilai kekerasan naik dengan bertambahnya kadar karbon, dan as-cast mempunyai nilai yang tertinggi pada perlakuan *aging* dengan temperatur 500 dan 600°C dan akhirnya menurun dengan bertambahnya waktu tahan *aging*. Namun pada temperatur 700°C kekerasan cenderung naik dengan penambahan waktu tahan *aging*.

Perlakuan *aging* mempengaruhi kekerasan dari paduan Co-Cr-Mo-C-N selain dari komposisi paduan itu sendiri. Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa kadar karbon dan nitrogen mempengaruhi banyaknya presipitat yang terbentuk [3]. Banyaknya presipitat mempengaruhi kekerasan dari sampel Co-Cr-Mo-C-N yang dimana semakin banyak presipitat yang terbentuk, semakin tinggi pula nilai kekerasan paduan Co-Cr-Mo-C-N.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Temperatur dan waktu tahan aging mempengaruhi jumlah presipitat dan struktur mikro masing masing sampel. Pada sampel 0.15C0N mempunyai paling sedikit presipitat dari sampel 0.25C0N dan 0.25C0.2N. Pada sampel 0.25C0.2N mempunyai distribusi presipitat yang paling merata.
2. Temperatur dan waktu tahan aging mempengaruhi nilai dari kekerasan paduan Co-Cr-Mo-C-N. Kekerasan tertinggi didapat dengan perlakuan *aging* dengan temperatur 700°C dan yang terendah didapat dengan perlakuan *aging* dengan temperatur 500°C .
3. Presipitat yang terdeteksi pada semua sampel setelah diberi perlakuan aging dengan temperatur 500°C , 600°C , 700°C dan waktu tahan 7,2 ks adalah fasa $M_{23}X_6$, kecuali pada sampel 0.25C0N pada perlakuan aging dengan temperatur 700°C didapat presipitat $M_{23}X_6$ dan fasa η .
4. Komposisi paduan karbon dan nitrogen mempengaruhi struktur mikro dan kekerasan paduan Co-Cr-Mo-C-N.

REFERENSI

1. Yuswono, Ir. M.Eng. 2009. *Peningkatan Sifat Mekanik Kandungan Si Di Dalam Paduan Logam Implan Co-30%Cr-6%Mo Terhadap Pembentukan Fasa Intermetalik Dalam Ukuran Skala Nano*, Pusat Penelitian Metalurgi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
2. Alfirano et al. 2012. *Precipitates in Biomedical Co-Cr-Mo-C-N-Si-Mn Alloys ASM Handbook Vol. 9, 2004. Metallography and Microstructures. ASM International. p. 762-774*
3. R. N. J Taylor dan R. B Waterhouse. 1983. *Study of Ageing Behaviour of a Cobalt Base Implant Alloy*. Chapman and Hall UK
4. Lee Sang-Hak et al. 2006. *Effect of Carbon Addition on Microstructure and Mechanical Properties of a Wrought Co–Cr–Mo Implant Alloy*. The Japan Institute of Metals
5. Jose Escobendo et al. 1996. *Effect of Nitrogen on the Microstructure and Mechanical Properties of a Co-Cr-Mo Alloy*. Elsevier Science Ltd
6. L.A. Dobrza ski et al. 2012. *Effect of Age Hardening On Corrosion Resistance and Hardness of CoCrMo Alloys Used in Dental Engineering*. International OCSCO World Press