

KARAKTERISTIK MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO PADA PADUAN ALUMINIUM (Al) + TEMBAGA (Cu)

Rifky Achmad Fauzan Syukmah Putra⁽¹⁾, Muh. Halim Asiri⁽²⁾, Faisal Habib⁽²⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia

²⁾Dosen Teknik Dosen, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia

ABSTRAK

Aluminium tergolong logam lunak berwarna putih keperakan dan memiliki beberapa kelebihan dibanding logam lainnya. Aluminium relatif lebih ringan dari pada baja, tembaga, maupun kuningan. Paduan Aluminium-Tembaga banyak dikembangkan untuk mendapatkan sifat mekanis yang lebih baik, karena Tembaga (Cu) merupakan konduktor listrik dan panas yang baik dan umumnya berbentuk kristal dengan warna kemerahan, dapat dijumpai dalam bentuk logam bebas namun lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. Penelitian ini didahului dengan proses pengecoran yakni penuangan logam cair kedalam cetakan pasir dengan memanfaatkan Aluminium dari bahan bekas yang dilebur pada tanur krus atau tanur induksi frekwensi rendah dengan membuat 3 spesimen pada berbagai variasi paduan dan kemudian dilakukan pengujian kekerasan yang menghasilkan kecenderungan meningkatnya kekerasan permukaan dengan semakin tinggi presentase campuran tembaga (Cu), hal ini dapat dinyatakan bahwa nilai kekerasan berbanding lurus dengan penambahan tembaga pada paduan aluminium. Pengujian berturut-turut menghasilkan kekerasan rata-rata sebesar 120,6 N/mm² untuk persentase campuran Al 95% + Cu 5%, kekerasan rata-rata 146,1 N/mm² untuk persentase campuran Al 90% + Cu 10% dan kekerasan rata-rata 163,6 N/mm² pada presentase Al 85% + Cu 15%. Dari pengujian struktur mikro didapatkan hasil dimana terjadi peningkatan kekerasan spesimen yang bersesuaian dengan hasil-hasil uji kekerasan hal mana juga dapat disebabkan oleh terbentuknya fase β (*beta*) lebih banyak dibandingkan fase (*alfa*) dalam mengikat Aluminium

Kata Kunci: Aluminium, Tembaga, Pengecoran, uji kekerasan, struktur mikro

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan material semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat pada saat ini. Material dengan kombinasi sifat-sifat mekanis yang tidak ditemukan pada material konvensional seperti logam, keramik, polimer sangat diperlukan. Material terapan membutuhkan banyak alternatif sifat-sifat yang dapat disediakan pada material paduan. Material paduan adalah memadukan dua unsur material atau lebih untuk mendapatkan sifat yang lebih baik dari unsur penyusunnya.

Aluminium adalah logam berwarna putih keperakan yang lunak. Aluminium memiliki beberapa kelebihan dari pada logam lainnya. Aluminium relatif lebih ringan dari pada baja, tembaga, maupun kuningan. Sebagai konduktor listrik dan panas yang baik, aluminium juga memiliki titik lebur yang rendah, mempunyai ketahanan korosi yang baik sehingga lebih mudah difabrikasi dibandingkan dengan logam lainnya. Seperti dituang dengan cara yang mudah. Kekurangan logam aluminium adalah ketahanan aus kurang, koefisien pemuaian rendah dan kekuatan rendah dibanding logam besi dan baja. Kekuatan logam aluminium murni memang tidak sebaik logam-logam lainnya, tetapi untuk meningkatkan kekuatan logam aluminium dipadukan dengan unsur-unsur lain seperti tembaga, magnesium, silikon, mangan dan seng. Aluminium paduan ini biasanya disebut Aluminium alloy (Susri Mizhar dkk, 2017).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Aluminium paduan merupakan bahan logam yang banyak digunakan pada berbagai aplikasi. Produk-produk aluminium sering dihasilkan melalui proses pengecoran. Aluminium paduan hasil pengecoran banyak dijumpai pada industri otomotif seperti, handle rem, bottom, dudukkan shockbreaker dan lain sebagainya. Pengecoran aluminium paduan salah

satunya dapat dilakukan dengan cetakan pasir dengan pola sekali pakai dengan bahan model dari foam atau disebut metode lost foam casting, yaitu suatu metode dimana model atau pola pengecoran dari foam dapat hilang akibat penguapan saat kontak dengan logam cair saat proses penuangan. Dengan proses pengecoran cetakan pasir dengan metode lost foam casting (model dari styrofoam) dengan bahan cor dari aluminium paduan daur ulang, diharapkan lebih praktis dan ekonomis untuk kegiatan industri pengecoran skala kecil pada umumnya (Aladin Eko Purkuncoro, Achmad Taufik, 2019)

Tembaga dengan nama kimia cuprum dilambangkan dengan Cu, berbentuk kristal dengan warna kemerahan dan di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. Dalam tabel periodik unsur-unsur kimia tembaga menempati posisi dengan nomor atom 29 dan mempunyai bobot 63.456 (Ganjar Andaka, 2008)

A. Pengecoran

Pengecoran logam adalah proses peleburan atau proses pencairan logam kemudian logam cair dituangkan ke dalam cetakan dan logam kemudian dibiarkan dingin membeku. Proses pengecoran meliputi pembuatan cetakan, persiapan, peleburan, penuangan logam cair kedalam cetakan dan proses lanjutan logam hasil coran. Pada proses pengecoran logam kuningan di industri kecil yang ada masih menggunakan sistem cetakan pasir, dalam peleburan kuningan cor ini umumnya dimanfaatkan dari bahan bekas yang dilebur dengan tanur *krus* atau dengan tanur induksi frekwensi rendah. Temperatur cairan sebaiknya jangan terlalu tinggi jika terlalu tinggi menyebabkan kehilangan kadar seng karena penguapan. Titik cair standar paduan kuningan cor. Tanur krus dan tanur nyala api

dipergunakan untuk mencairkan paduan aluminium. Untuk mengurangi waktu peleburan dan mengurangi oksidasi logam yang akan dicor (Taufikurrahman dkk,2005)

Proses pengecoran sering dilakukan untuk menghasilkan satu komponen mesin atau peralatan lainnya. Proses pengecoran ini terdiri dari bermacam-macam metoda seperti gravity casting, pressure casting, centrifugal casting dan masih banyak metoda lainnya. Masing-masing metoda mempunyai keunggulan tersendiri. Pada proses

pembuatan velg yang dilakukan oleh industri kecil, metoda yang digunakan adalah gravity casting mengingat metoda ini adalah metoda yang paling sederhana.

Bila dibandingkan antara gravity casting dengan centrifugal casting maka centrifugal casting reliability nya lebih baik serta akan terbebas dari porositas gas dan penyusutan. Gaya sentrifugal pada pengecoran akan meningkatkan sifat-sifat mekanis hasil coran pada kekuatan tarik, modulus young, serta nilai regangan.

Kualitas hasil pengecoran dapat dilihat dari sifat mekanik bahan hasil pengecoran. Beberapa sifat mekanik yang sering diuji pada satu material adalah kekerasan, tegangan tarik, dan kemampuan menahan beban kejut dari luar (impak). Selain itu struktur mikro juga dapat dipakai untuk memprediksi sifat-sifat mekanik dilihat dari bentuk dan ukuran butiran serta fasa yang terjadi.(Ali Achmad,2016)

B. Aluminium

Aluminium adalah salah satu golongan III A dalam nomor 13 yang merupakan unsur logam yaberwarna putih perak mengkilat. Aluminium merupakan 10 gram elektropositif dan diudara aluminium merupakan logam yang tahan karat. Aluminium diproduksi dalam jumlah yang besar dalam dunia industry hal ini karena alumin- ium banyak dimanfaatkan orang. Proses pembuatan aluminium dalam industry dikenal dengan proses hal yang terdiri dari dua tahapan proses, yaitu tahap pemurnian berhasil atau krolit yang memanfaatkan sifat atmosfer dari aluminium oksida dan tahap elektrolisis untuk memeproleh aluminium murni yang kemudian melalui proses lebih lanjut

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat – sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Sebagai tambahan terhadap, kekuatan mekan- iknya yang sangat meningkat dengan penambahan Mg, Cu, Si, Mn, Zn, Ni, secara satu persatu atau bersama- sama, memberikan juga sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien pemuain rendah dsb. Material ini dipergunakan di dalam bidang yang luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi. Aluminium memiliki beberapa kekurangan yaitu kekuatan dan kekerasan yang rendah bila dibanding dengan logam lain seperti besi dan baja (Laily Ulfiyah,dkk, 2021)



Gambar 1. Aluminium

C. Aluminium paduan (6061)

Untuk paduan aluminium seri 6xxx yang memiliki unsur paduan utama Al-Mg-Si, dalam sistem klasifikasi AA dapat diperoleh paduan Al 6063 dan Al 6061. Paduan dalam sistem ini mempunyai kekuatan kurang sebagai bahan tempaan dibandingkan dengan paduan–paduan lainnya, tetapi sangat liat, sangat baik mampu bentuknya untuk penempaan, ekstrusi dan sebagainya. Paduan 6063 dipergunakan untuk rangka–rangka konstruksi, maka selain dipergunakan untuk rangka konstruksi.(Surdia .T.,Saito,S., 1995)

Sedangkan paduan aluminium seri 6061 adalah salah satu jenis material yang banyak penerapannya pada industri maju karena memiliki keunggulan dari berbagai sisi yaitu seperti kemampuan permesinan yang baik, penyelesaian permukaan sempurna, kekuatan yang tinggi dan ringan, serta tahan terhadap korosi.(Husaini, 2006)

Adapun dari buku ASM Metal Handbook Volume 9, pada tahun 2004, untuk aluminium seri 6061 memiliki komposisi kimia dimana unsur Al memiliki persentase yang paling besar, kemudian disusul dengan persentase unsur Mg dan unsur Si, mengingat bahwa aluminium seri 6061 ini merupakan paduan dari Al-Mg-Si, seperti yang telah ditunjukkan pada Tabel berikut ini.

Alloy group	Nominal chemical composition ⁽⁴⁾ , Wt %										
	Mg	Si	Ti	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zu	Zr	Other
Wrought alloys											
1xxx (Al > 99.00%)	0.006-0.25	0.006-0.7	0.002-0.006	0.01-0.03	0.002-0.05	0.006-0.6	...	0.006-0.35	0.006-0.05	...	...
2xxx (Cu)	0.02-0.8	0.10-1.3	0.02-0.3	0.05-0.2	0.05-1.3	0.03-1.3	0.05-2.3	0.03-6.8	0.10-0.80	0.05-0.5	...
3xxx (Mn)	0.05-1.3	0.3-1.8	0.05-0.10	0.05-0.40	0.05-1.8	0.1-1.0	0.05-0.50	0.05-1.0	0.05-0.5	0.1-0.5	...
4xxx (Si)	0.05-2.0	0.8-13.5	0.04-0.30	0.05-0.25	0.03-1.5	0.03-1.0	0.15-1.3	0.05-1.5	0.05-0.25	...	...
5xxx (Mg)	0.2-5.6	0.08-0.7	0.05-0.20	0.05-0.35	0.03-1.4	0.10-0.7	0.03-0.05	0.03-0.35	0.05-2.8	...	...
6xxx (Mg + Si)	0.05-1.5	0.20-1.8	0.08-0.20	0.03-0.035	0.03-1.0	0.03-1.0	0.08-0.2	0.10-1.2	0.05-2.4	0.05-0.20	...

Tabel 1. Komposisi Kimia Aluminium

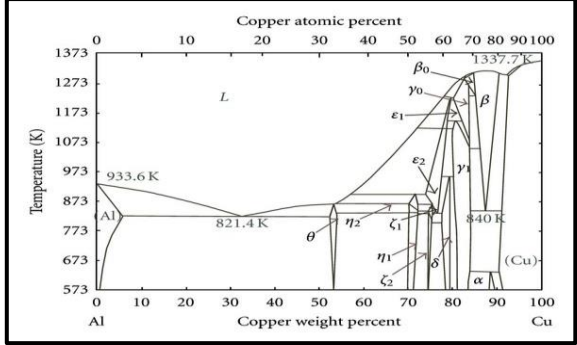
Paduan alumunium seri 6061 berdasarkan tabel di atas maka unsur yang memiliki komposisi paling besar serta sangat mempengaruhi sifat mekanik dari padual alumunium seri 6061 adalah Magnesium (Mg) dan Silika (Si), sehingga jika paduan alumunium seri 6061 diberi perlakuan panas maka yang terbentuk adalah senyawa Mg2Si

D. tembaga

Tembaga adalah unsur kimia dengan simbol Cu (dari bahasa Latin: tembaga) dan nomor atom 29 dan bernomor massa 63,54 merupakan unsur logam merah muda yang lunak, dapat ditempa dan liat. Melebur pada 1038°C, karena potensial elektrode standarnya positif, tidak larut dalam asam klorida dan asam sulfat encer,

meskipun dengan adanya oksigen bisa larut sedikit. Tembaga yang terdapat di bumi ini tidak melimpah (55 ppm) namun terdistribusi secara luas sebagai logam dalam sulfida, arsenida, klorida dan karbonat [9]. Sifat-sifat mekanik tembaga [10] antara lain titik lebur 1084°C, titik didih 2562°C, modulus elastisitas 110 GPa, dan kekuatan tarik tembaga 200 MPa.

Tembaga adalah logam dengan sangat tinggi termal dan konduktivitas listrik. Tembaga murni lembut dan lunak permukaan baru memiliki warna kemerahan-oranye. Tembaga banyak digunakan sebagai konduktor panas dan dan pengantar listrik yang baik. Tembaga murni memiliki sifat yang halus dan lunak dengan permukaan berwarna jingga kemerahan. Tembaga mempunyai sifat konduksi yang sangat baik, hanya perak yang mempunyai sifat konduksi yang baik lebih dari tembaga. Tembaga sangat langka dan jarang sekali diperoleh dalam bentuk murni. Pemakaian tembaga banyak digunakan sebagai kabel listrik dan juga kumparan dynamo. (Laily Ulfiyah,dkk, 2021)



Gambar 2. Diagram fasa Cu

Tembaga adalah logam merah muda yang lunak, dapat ditempa, liat, dan melebur pada suhu 1038°C. Senyawa- senyawa yang dibentuk oleh logam tembaga mempunyai bilangan valensi yang dibawahnya. Logam tembaga juga dinamakan cupro untuk yang bervalensi +1 dan cupri yang bervalensi +2. Garam-garam tembaga (II) umumnya berwarna biru, baik dalam bentuk hidrat, padat, maupun dalam larutan air.(Ganjar Andaka,2008



Gambar 3 tembaga

E. Metode Brinell

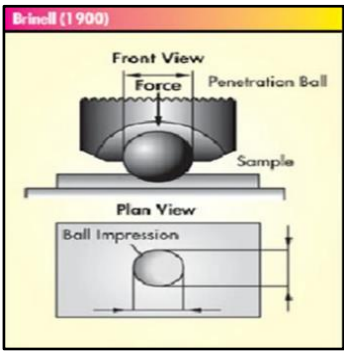
Uji kekerasan brinell merupakan suatu penekanan bola baja (identor pada permukaan benda uji. Bola baja berdiameter 10 mm, sedangkan untuk material uji yang sangat keras identor terbuat dari paduan karbida tungsten, untuk menghindari distorsi pada identor. Beban uji untuk logam yang keras adalah 3000 kg, sedangkan untuk logam yang lebih lunak beban dikurangi sampai 500 kg untuk menghindari jejak yang dalam. Lama penekanan 20 – 30 detik dan diameter lekukan diukur dengan mikroskop daya rendah, setelah beban tersebut dihilangkan. Permukaan

dimana lekukan akan dibuat harus relatif halus, bebas dari debu atau kerak.(Gunawan Dwi Haryadi,2006)

BH =
$$\frac{P}{\left(\pi D/2\right)\left(D-\sqrt{D^2-d^2}\right)}\left(\text{kg/mm}^2\right)$$

Dengan :

- P = Beban yang diberikan (kg)
- D = Diameter bola baja (mm)
- d = Diameter lekukan (mm)
- t = Kedalaman jejak (mm)



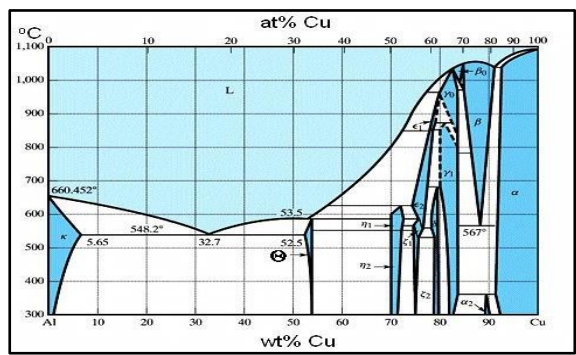
Gambar 4. Metode Brinell

F. Struktur mikro

Struktur mikro adalah struktur terkecil yang terdapat dalam suatu bahan yang keberadaannya tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi harus menggunakan alat pengamat struktur mikro diantaranya: mikroskop cahaya, microscope electron, microscope field ion, microscope fiel emission, dan mikroskop sinar-X. Adapun manfaat dari pengamatan struktur mikro adalah :

1. Dapat mengetahui struktru mikro yang terdapat pada spesimen dan mengetahui serta membandingkan perubahan struktur mikro yang terjadi pada pelat yang telah menerima pembentukan.
2. Mengamati perubahan struktur mikro akibat proses yang dilakukan dan ditujukan untuk mengontrol kualitas bahan
3. Memperkirakan sifat bahan jika perbandingannya telah diketahui (Mohruni, A. S.,Kembaren, B. H.2013)

Kelarutan maksimum dari tembaga pada alumunium adalah 5,65% pada 1018 oF, sedangkan pada suhu 572 oF kelarutannya turun menjadi 0,45%. Adapun paduan yang mengandung tembaga 2,5-5% dapat mengalami perlakuan panas dengan pengerasan penuaan, fase theta (θ) adalah fase menengah paduan yang komposisinya mendekati senyawa CuAl2, perlakuan kelarutan dilakukan dengan memanaskan paduan pada daerah fase tunggal, kappa (K) yang diikuti dengan pendinginan secara cepat. Penuaan selanjutnya baik alami maupun buatan akan mengakibatkan presipitasi pada fase (θ) sehingga memperkuat paduan tersebut. Paduan ini mungkin mengandung sejumlah kecil silicon, besi, magnesium, mangan serta seng.



Gambar 5. Diagram fasa Al+Cu

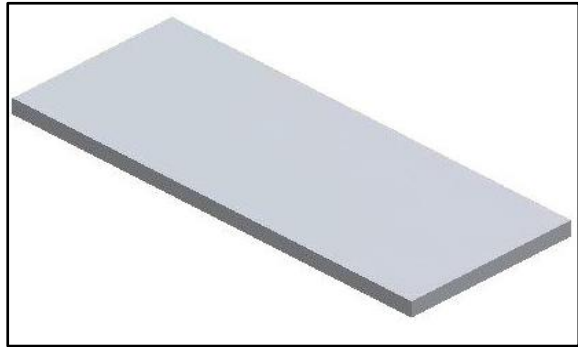
fasa α (alpha) yaitu unsur yang dapat menaikkan temperatur beta transus dengan menstabilkan fasa alpha . Sedangkan unsur Mo (molibdenum) sebagai penstabil fasa β (betha), yaitu unsur yang dapat menurunkan temperatur beta transus dengan menstabilkan betha

(α) alfa dengan strukturkristal FCC sehingga kemulurannya tinggi maka kemampuan pengerjaan dinginnya tinggi, diantaranya kuningan 70/30 yang dinamakan juga cartridge brass atau yellow alfa brass, banyak digunakan di industri strategis, sehingga material kuningan ini tetap penting, selama belum ada penggantinya karena sifat mampu bentuk tarik dalam (deep drawing) yang tinggi. Kadar seng diatas 35% terbentuk fasa β (beta) dengan struktur kristal BCC sehingga kekerasan meningkat. Paduan ini, kemuluran pada saat pengubahan bentuk dingin rendah, akan tetapi tinggi kemampuannya saat pengerjaan panasnya. karena sifat fasa iniplastisitasnya tinggi pada temperatur tinggi.

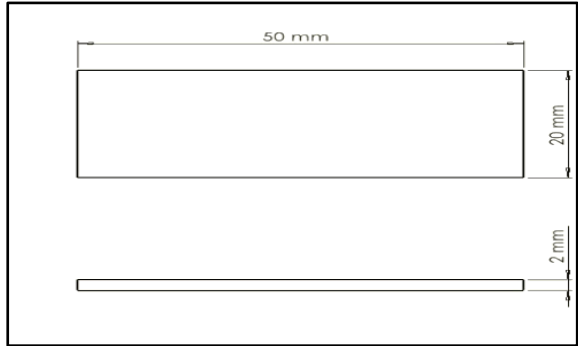
3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan juni-juli 2023, di laboratorium Pengecoran logam Fakultas Teknik jurusan mesin, Universitas Hasanuddin, laboratorium material fakultas teknik jurusan mesin, Universitas Muslim Indonesia dan laboratorium mikro struktur fakultas teknik, Univesitas Muslim Indonesia.

A. Alat dan bahan



Gambar 6. Spesimen uji kekerasan

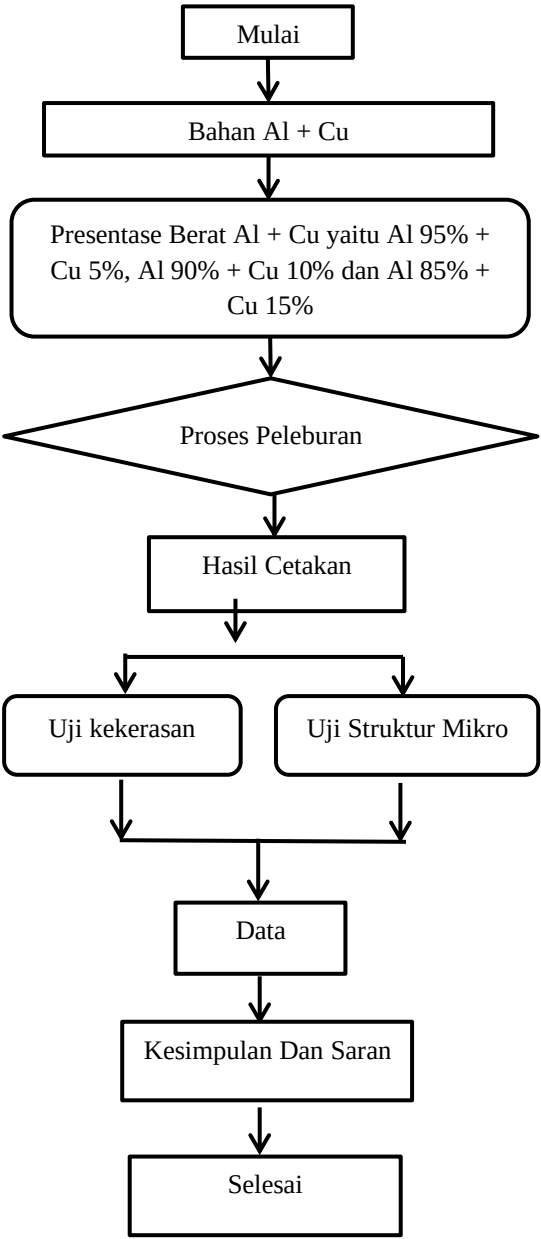


Gambar 7. Spesimen uji struktur mikro

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Alumunium paduan dan tembaga paduan. Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian

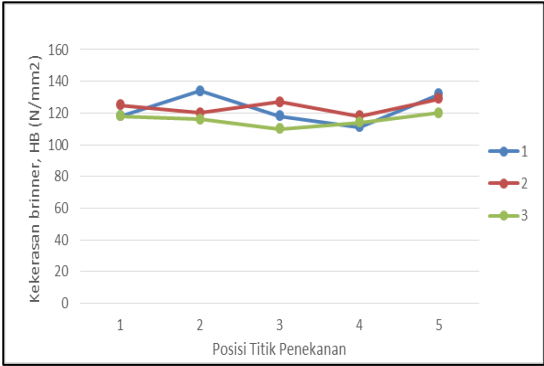
ini adalah meliputi oven, kowi, cetakan, pengaduk, penjepit, gas argon, timbangan, alat uji kekerasan, alat uji struktur mikro.

B. Diagram alir penelitian



4. ANALISA PEMBAHASAN

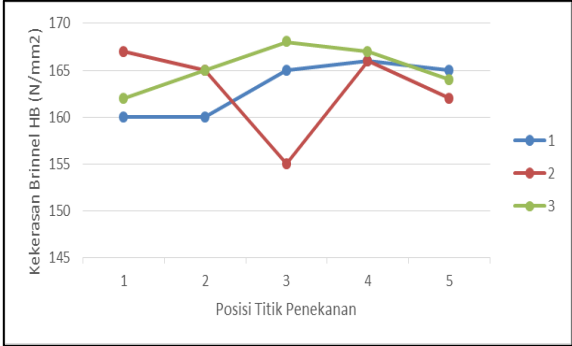
A. Hasil uji kekerasan



Gambar 8. Grafik hubungan antara posisi titik penekanan dengan nilai kekerasan spesimen Al 95% + Cu 5 %

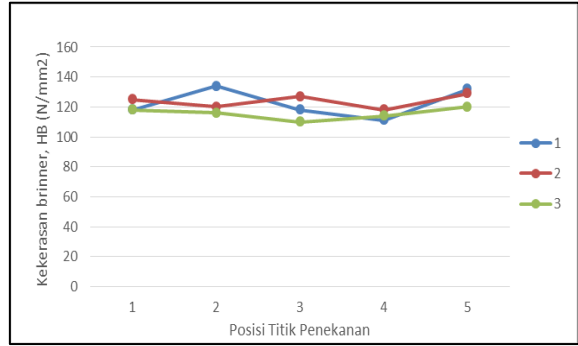
Dari grafik di atas dapat dilihat perubahan kekerasan yang signifikan yang di berikan kepada spesimen. Dibeberapa titik diperoleh nilai yang

bervariasi, terdapat pada titik ke-2 penekanan nilai kekerasan tertinggi pada spesimen 1 sebesar 132 N/mm², nilai kekerasan tertinggi spesimen 2 sebesar 129 N/mm² pada titik ke-5 penekanan, dan nilai tertinggi pada spesimen 3 sebesar 120 N/mm² pada titik ke-5 penekanan.



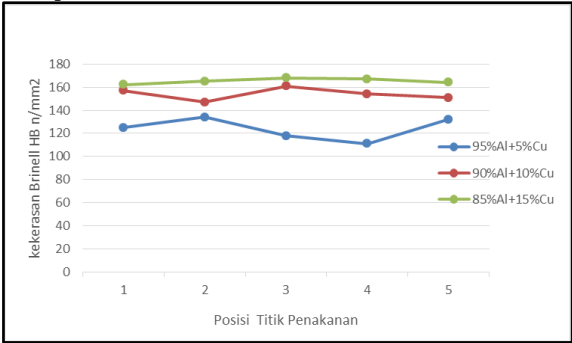
Gambar 9. Grafik hubungan antara posisi titik penekanan dengan nilai kekerasan spesimen Al 90% + Cu 10 %

Dari grafik di atas dapat dilihat perubahan kekerasan yang signifikan yang diberikan kepada spesimen. Dibeberapa titik diperoleh nilai yang bervariasi, terdapat pada titik ke-4 penekanan nilai kekerasan tertinggi pada spesimen 1 sebesar 157 N/mm², nilai kekerasan tertinggi spesimen 2 sebesar 161 N/mm² pada titik ke-3 penekanan, dan nilai tertinggi pada spesimen 3 sebesar 157 N/mm² pada titik ke-2 penekanan.



Gambar 10. Grafik hubungan antara posisi titik penekanan dengan nilai kekerasan spesimen Al 95% + Cu 5 %

Dari grafik di atas dapat dilihat perubahan kekerasan yang signifikan yang diberikan kepada spesimen. Dibeberapa titik diperoleh nilai yang bervariasi, terdapat pada titik ke-2 penekanan nilai kekerasan tertinggi pada spesimen 1 sebesar 132 N/mm², nilai kekerasan tertinggi spesimen 2 sebesar 129 N/mm² pada titik ke-5 penekanan, dan nilai tertinggi pada spesimen 3 sebesar 120 N/mm² pada titik ke-5 penekanan.



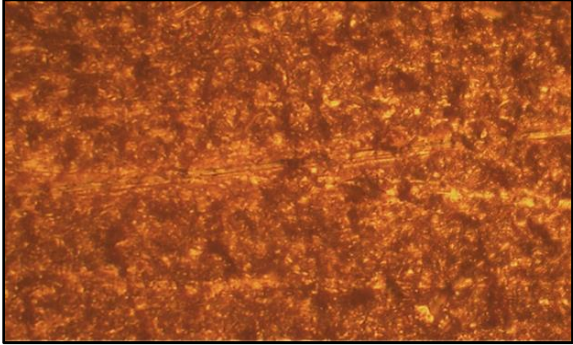
Gambar 11. Grafik Penggabungan Antara Komposisi Al 95% + Cu 5%, Al 90% + Cu 10% dan Al 85% + Cu 15%

Dari gambar diatas terdapat 3 spesimen hasil

pengecoran pada berbagai variasi paduan Al 90% + Cu 5%, Al 90% + Cu 10%, Al 85% + Cu 15% semakin tinggi presentase campuran tembaga (Cu) maka nilai kekerasan permukaan yang dihasilkan semakin meningkat, Hal ini menunjukkan nilai kekerasan berbanding lurus dengan penambahan tembaga pada paduan aluminium.

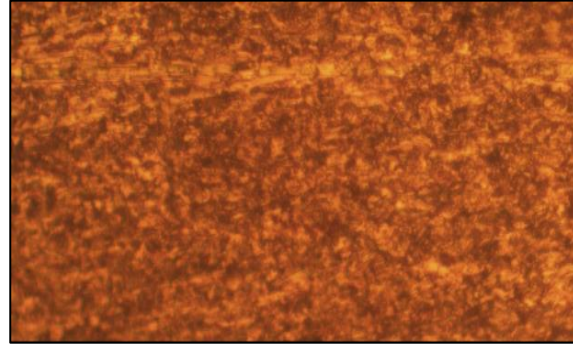
Pada persentase campuran Al 95% + Cu 5% menghasilkan kekerasan rata-rata sebesar 120,6 N/mm², dan pada persentase campuran Al 90% + Cu 10% menghasilkan kekerasan rata-rata sebesar 146,1 N/mm², sedangkan pada persentase Al 85% + Cu 15% menghasilkan nilai kekerasan rata-rata 163,6 N/mm².

B. Hasil uji struktur mikro



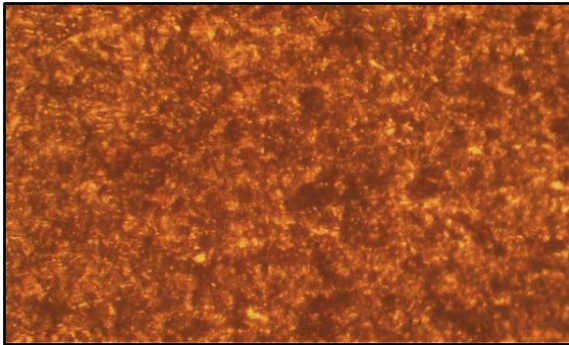
Gambar 12. Hasil uji struktur mikro untuk paduan aluminium-Tembaga (Al 95% + Cu 5%)

Pada gambar Hasil pemotretan dengan pembesaran 40x diperlihatkan struktur mikro yang menunjukkan bahwa adanya dua fase yang terjadi yakni yang berwarna hitam adalah fase β (*beta*) sekunder merupakan fase yang keras, sedangkan yang berwarna kuning keputih-putihan adalah fase α (*alfa*) primer merupakan fase yang lunak, Dimana perbandingan fasa α (*alfa*) lebih banyak dibandingkan fase β (*beta*) yang terbrntuk. fase α (*alfa*) terbentuk akibat banyak paduan tembaga yang digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan aluminium yang mengikat dalam paduan aluminium-tembaga sehingga kekerasan menurun.



Gambar 13. Hasil uji struktur mikro untuk paduan aluminium-Tembaga (Al 90% + Cu 10%)

Pada gambar Hasil pemotretan dengan pembesaran 40x diperlihatkan struktur mikro yang menunjukkan bahwa adanya dua fase yang terjadi yakni yang berwarna hitam adalah fase β (*beta*) sekunder merupakan fase yang keras, sedangkan yang berwarna kuning keputih-putihan adalah fase α (*alfa*) primer merupakan fase yang lunak, Dimana perbandingan fase β (*beta*) lebih banyak dibandingkan fase α (*alfa*) yang terbrntuk. fase α (*alfa*) terbentuk akibat presentase campuran tembaga lebih banyak sehingga dapat mrngikat ikatan atom pada paduan aluminium tersebut. Hal ini dapat mempengaruhi sifat mekansi dari paduan ini terutama pada keuletan dan kekerasan.



Gambar 14, Hasil uji struktur mikro untuk paduan aluminium-Tembaga (Al 85% + Cu 15%)

Pada gambar 4.9 Hasil pemotretan dengan pembesaran 40x diperlihatkan struktur mikro yang menunjukkan bahwa adanya dua fase yang terjadi yakni yang berwarna kehitam adalah fase β (beta) sekunder merupakan fase yang keras, sedangkan yang berwarna kuning keputih-putihan adalah fase α (alfa) primer merupakan fase yang lunak, Dimana perbandingan fase β (beta) lebih banyak dibandingkan fase α (alfa) yang terbentuk. fase α (alfa) terbentuk akibat presentase campuran tembaga lebih banyak dan hampir rata sehingga dapat mengikat ikatan atom pada paduan aluminium tersebut. Hal ini dapat mempengaruhi sifat mekanis dari paduan ini terutama pada keuletan dan kekerasan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengujian maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Semakin tinggi persentase tembaga dalam paduan aluminium hasil pengecoran maka nilai kekerasannya semakin meningkat, Pada persentase campuran Al 95% + Cu 5% menghasilkan kekerasan rata-rata sebesar 120,6 N/mm² dan pada persentase campuran Al 90% + Cu 10% menghasilkan nilai kekerasan rata-rata 146,1 N/mm², sedangkan pada persentase campuran Al 85% + Cu 15% menghasilkan nilai kekerasan rata-rata sebesar 163,6 N/mm², disimpulkan bahwa semakin banyak persentase tembaga (Cu) pada paduan aluminium-tembaga mempengaruhi kekerasan spesimen.
- Semakin tinggi persentase tembaga dalam paduan aluminium hasil pengecoran maka fase β (beta) yang terbentuk lebih banyak dibandingkan fase (alfa), maka akan membentuk fase β (beta) yang merupakan fase yang keras dan mengikat aluminium mengakibatkan perubahan sehingga meningkatkan kekerasan dari hasil pengecoran.
- Dari pengujian EDS yang dilakukan pada aluminium paduan, tembaga paduan dan paduan aluminium dan tembaga mendapatkan 3 hasil komposisi massa, atom dan mol pada setiap spesimen

DAFTAR PUSTAKA

Achmadi, A. (2016). *Penaruh Penambahan Al-TiB Terhadap Kekerasan Produk Pengecoran Sentrifugal Velg Aluminium A 356*. SIMETRIS, 10(1), 25-29.

Andaka, G. (2008). *Penurunan kadar tembaga pada limbah cair industri kerajinan perak dengan presipitasi menggunakan natrium hidroksida*. Jurnal Teknologi, 1(2), 127-134.

Bashori, H. (2020). *Uji Material Aluminium Paduan Dengan Metode Kekerasan Rockwell*. Journal Mechanical and Manufacture Technology (JMMT), 1(1).

Djiwo, S., & Eko Purkuncoro, A. (2014). *Analisis Kekerasan Al-Cu Dengan Variasi Prosentase Paduan Cu Pada Proses Pengecoran Dengan Penambahan Serbuk Degasser*. Jurnal Flywheel, 9(1).

Farhan, F., Bukhari, B., Hamdani, H., Yusuf, I., & Zuhaimi, Z. (2021). *Pengaruh Temperatur Pemanasan (Austenisasi) Perlakuan Panas Quenching Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja St 60*. Jurnal Mesin Sains Terapan, 5(1), 1-7.

Hardianto, I., Safei, S., & Taufikurrahman, T. (2005). *Analisa Sifat Mekanik Bahan Paduan Tembaga-Seng Sebagai Alternatif Pengganti Bantalan Gelinding pada Lori Pengangkut Buah Sawit*. Jurnal teknik mesin, 7(2), 77-84.

Haryadi, G. D. (2006). *Pengaruh suhu tempering terhadap kekerasan, kekuatan tarik dan struktur mikro pada baja K-460*. Rotasi, 8(2), 1-8.

Mizhar, S., & Fauzi, R. (2016). *Pengaruh penambahan magnesium terhadap kekerasan, kekuatan impak dan struktur mikro pada aluminium paduan (Al-Si) dengan metode lost foam casting*. MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 2(2).

Mohrni, A. S., & Kembaren, B. H. (2013). *Pengaruh Variasi Kecepatan Dan Kuat Arus Terhadap Kekerasan, Tegangan Tarik, Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda E6013*. Jurnal Rekayasa Mesin Universitas Sriwijaya, 13(1), 1-8.

Prabowo, A. S., Triyono, T., & Yaningsih, I. (2016). *Analisa pengaruh penambahan mg pada komposit matrik aluminium remelting piston berpenguat sio2 menggunakan metode stir casting terhadap kekerasan dan densitas*. Mekanika, 15(1).

Purkuncoro, A. E., & Taufik, A. (2019). *PENGARUH BENTUK SALURAN PADA PROSES PENGECORAN DENGAN MODEL DARI STYROFOAM TERHADAP SIFAT MEKANIS ALUMINIUM PADUAN Al-Si-Cu*. Jurnal penelitian dan aplikasi sistem & teknik industri (pasti), 13(2).

Raharjo, W. P. (2008). *Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Coran Paduan Al-Mg-Si*. Mekanika, 7(1).

Setiawan, H. (2012). *Pengaruh Proses Heat Treatment Pada Kekerasan Material Special K (K100)*. Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer, 2(1), 37-47.

Sulistioso, G. S., Dani, M., Wagiyono, W., Elman, P., Sunardi, S., & Firdaus, F. (2019). *Analisis Strukturmikro, Porositas dan Kekerasan dari Paduan Alsi Hasil Cor Perak*. Jurnal Sains Materi Indonesia, 4(1), 26-29.

- Ulfiyah, L., Rohmah, F., & Permata, T. (2021). *Analisa Pengaruh Komposisi Cu dan Mg pada Paduan Al-Cu dan Al-Mg untuk Chassis Kendaraan. Jurnal Rekayasa Mesin, 12*(3), 497-506.
- Prabowo, A. S., Triyono, T., & Yaningsih, I. (2016). *Analisa pengaruh penambahan mg pada komposit matrik aluminium remelting piston berpenguat sio2 menggunakan metode stir casting terhadap kekerasan dan densitas. Mekanika, 15*(1).
- Wicaksono, M. N. (2018). *Analisa Variasi Holding Time Pada Aluminium 6061 Terhadap Uji Impak, Struktur Mikro, Dan Uji Kekerasan. PhD diss., Institut Teknologi Sepuluh Nopember.*