BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Komposisi Kimia

Sifat-sifat dalam logam paduan kuningan dipengaruhi oleh komposisi material. Untuk mengetahui presentase unsur-unsur yang terkandung didalam kuningan paduan pada penelitian ini, maka dilakukan uji komposisi. Hasil pengujian dari komposisi kimia paduan kuningan akan dibandingkan dengan mass balance material apakah sesuai atau terjadi penyimpangan. Data komposisi kimia pada paduan kuningan ini juga dapat dijadikan sebagai pembanding untuk pengujian lain, seperti kekuatan serta kekerasan berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan. Berikut adalah hasil dari pengujian komposisi paduan kuningan Cu-29Zn-0,5Al-(!,2, dan 4)Mn :

Berdasarkan Tabel 4.1 setelah dilakukan uji komposisi, dapat dilihat kompsisi kimia pada ke 4 spesimen. Secara umum komposisi untuk kadar Cu sudeh mendekati presentase dari *mass balance.* Sedangkan untuk kadar Zn pada ke 4 spesimen, peningkatan kadar Zn yang signifikan terjadi pada plat A dan plat D, pada plat B dan C kadar Zn sudah mendekati *Mass Balance*. Hal ini dikarenakan kedua plat tersebut di buat pada pengecoran kedua sehingga krusible tidak sepenuhnya bersih (banyak logam cair yang mengeras di dinding krusibel). Untuk kadar Al dari ke 4 spesimen memiliki komposisi yang sama dengan mass balance. Dan untuk komposisi Mn pada ke empat spesimen mengalami deviasi yang signifikan dari *mass balance*. Hal ini disebabkan karna banyaknya Mn yang menjadi slag atau menempel di krusibel. Selain itu juga bentuk Mn yang serbuk

memiliki loses yang berbeda sehingga kadar Mn yang didapat mengalami penurunan yang cukup jauh yaitu sebesar 2,5 wt. % dari *mass balance*. Dengan adanya kenaikan atau penurunan kadar dari pada yang diperhitungkan dalam *mass balance* serta kesalahan teknis lainnya perlu dilakukan observasi yang lebih lanjut dan mendalam.

Tabel 4.1 Komposisi Kimia kuningan Paduan

LAPORAN HASIL PENGUJIAN KOMPOSISI				
Unsur	Kandungan (wt. %)			
	Pelat A	Pelat B	Pelat C	Pelat D
Cu	**67.6**	**69.3**	**67.5**	**64.5**
Zn	**31.9**	**29.6**	**29.7**	**32.7**
Pb	< 0.005**	< 0.005**	< 0.005**	< 0.005**
Sn	0.005	0.006	0.006	0.006
P	< 0.003**	< 0.003**	< 0.003**	< 0.003**
Mn	**0.012**	**0.02**	**1.6**	**1.62**
Fe	0.016	0.007	0.098	0.075
Ni	< 0.005**	< 0.005**	< 0.005**	< 0.005**
Si	< 0.005**	< 0.005**	< 0.005**	< 0.005**
Mg	0.001	0.001	0.001	0.001
Cr	0.009	0.01	0.017	0.018
Al	**< 0.002****	**0.58**	**0.612**	**0.57**
As	0.008	0.006	0.009	0.01
Ag	0.004	0.004	0.003	0.004
Co	0.037	0.036	0.034	0.037
Bi	0.279	0.282	0.272	0.268

Catatan :

* Ketidakpastian pengukuran diestimasi dengan tingkat kepercayaan 95% dengan faktor K=2

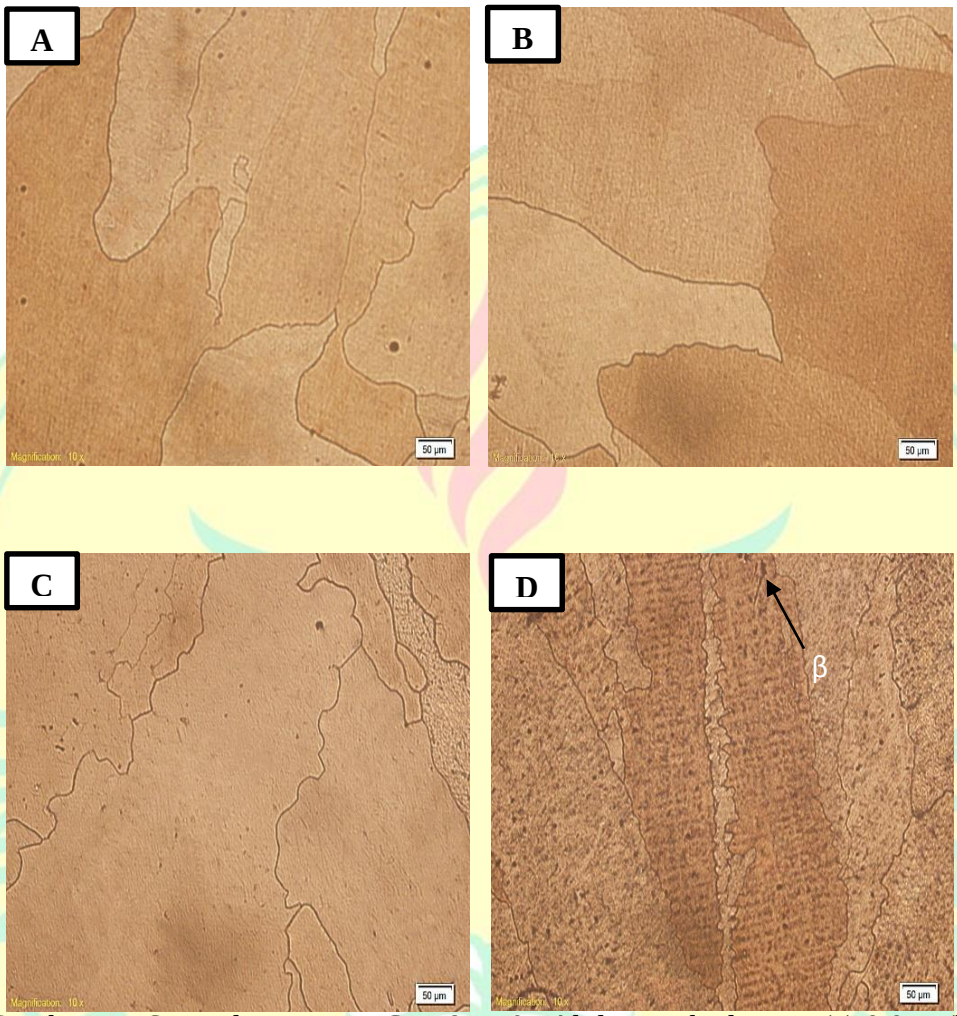
** (<) Menunjukan nilai berada dibawah *quantification limit* dari alat uji.

Pada proses pengecoran tidak dipungkiri akan ada unsur unsur lain yang terbaca pada hasil uji komposisi. Unsur unsur lain ini biasanya berupa logam pengotor yang terbentuk pada saat melakukan pengecoran tau dari material yang akan di cor. Namun, adanya usur lain atau pengotor tidak akan mempengaruhi secara signifikan terhadap sifat mekanik paduan logam tersebut. Hal ini dikarnakan oleh kecilnya kadar unsur lain atau pengotor tersebut.

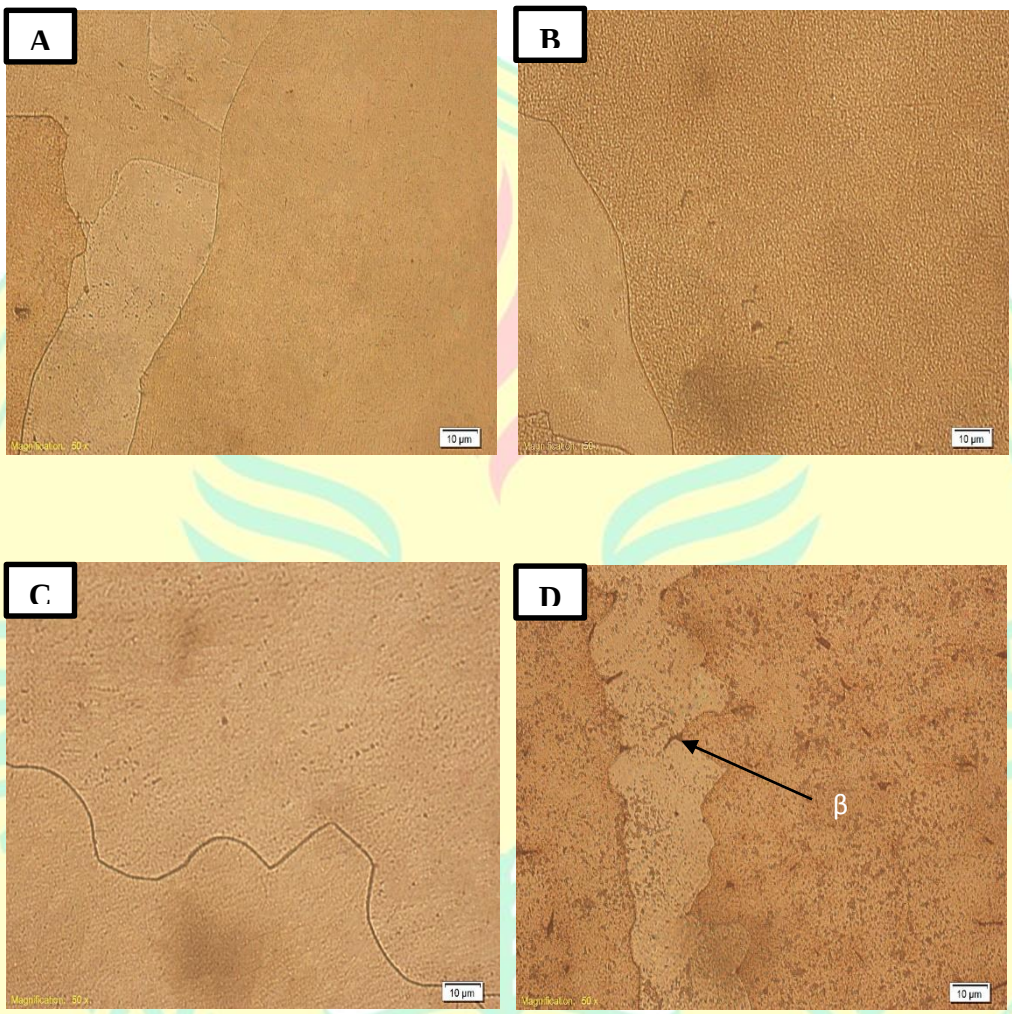
Pengujian komposisi dilakukan pada sampel kuningan paduan hasil homogenisasi dengan ukuran 20 mm x 30 mm x 6 mm, diuji dengan menggunakan metode *optical emission spectrometer (oes)* di departement Metallurgi dan Material Universitas Indonesia.

4.2 Analisa Struktur Mikro

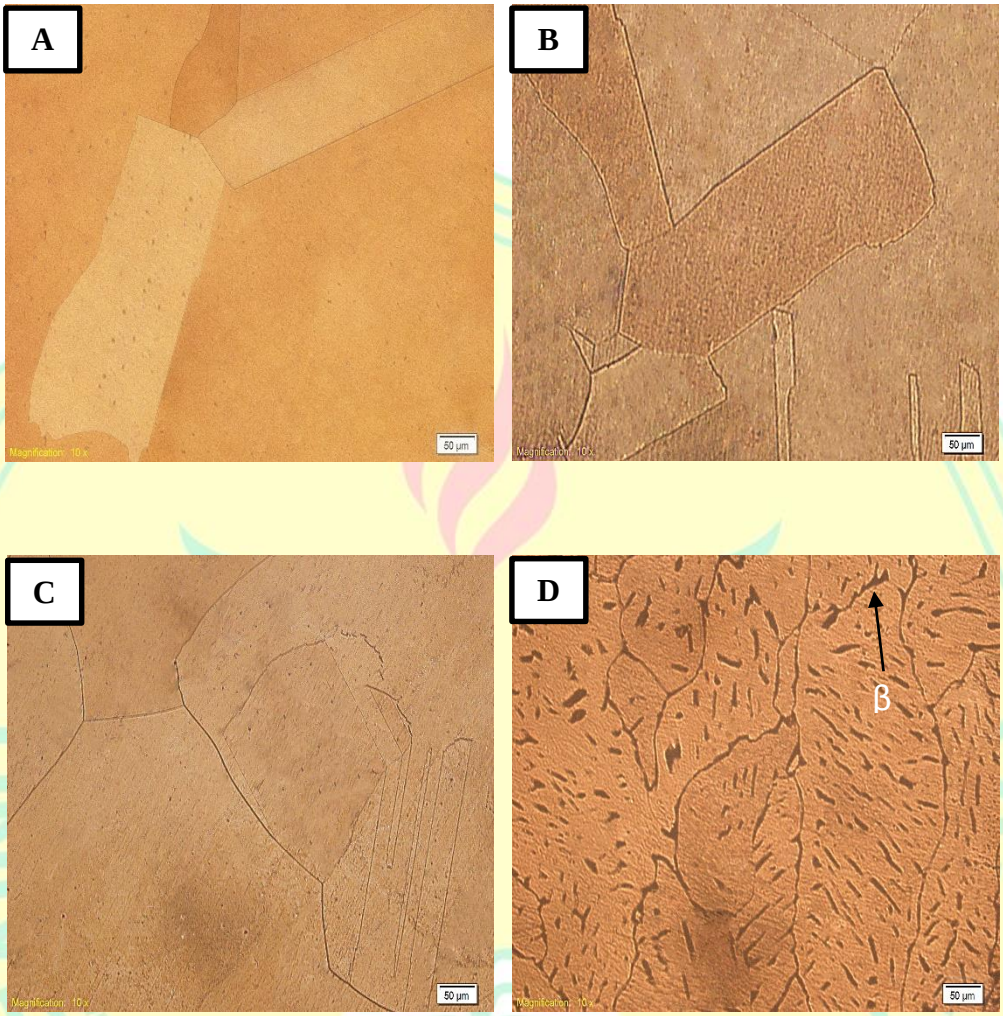
Untuk mengetahui ukuran butir, fasa yang terbentuk, serta bentuk butir maka dilakukan analisa struktur mikro. Analisa struktur mikro pada sampel masing masing 2 buah (as casting dan as homogenisasi). Sampel untuk analisis struktur mikro berukuran 10 mm x 10 mm. Setiap sampel di poles, di etsa, setelah itu dilihat struktur mikro menggunakan mikroskop optik menggunakan perbesaran 10x dan perbesaran 50x. Sample diberinama pelat A, B, C dan D. Pelat A merupakan paduan Cu-29Zn tanpa adanya penambahan unsur lain, Pelat B merupakan paduan Cu-29Zn-0,5Al-0,02Mn, Pelat C adalah paduan Cu-29Zn-0,5Al-1,6Mn dan Pelat D adalah paduan Cu-29Zn-0,5Al-1,62Mn.



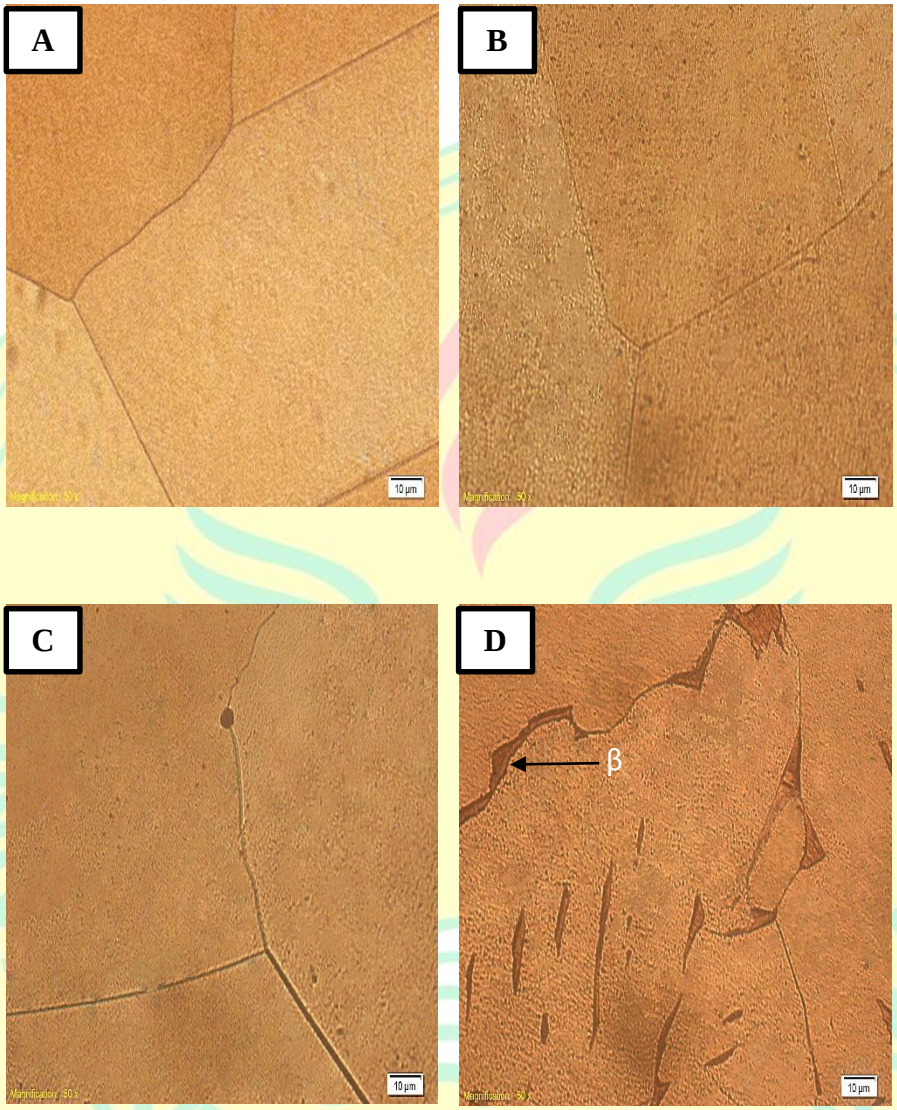
Gambar 4.1 Sampel as casting Cu-29Zn-0.5Al dengan kadar Mn (a) 0.012 (b) 0.02 (c) 1.60 (d) 1.62 wt.% perbesaran 10x



Gambar 4.2 Sampel as casting Cu-29Zn-0.5Al dengan kadar Mn (a) 0.012 (b) 0.02 (c) 1.60 (d) 1.62 wt.% perbesaran 50x



Gambar 4.3 Sampel as homogenisasi Cu-29Zn-0.5Al dengan kadar Mn (a) 0.012 (b) 0.02 (c) 1.60 (d) 1.62 wt.% perbesaran 10x



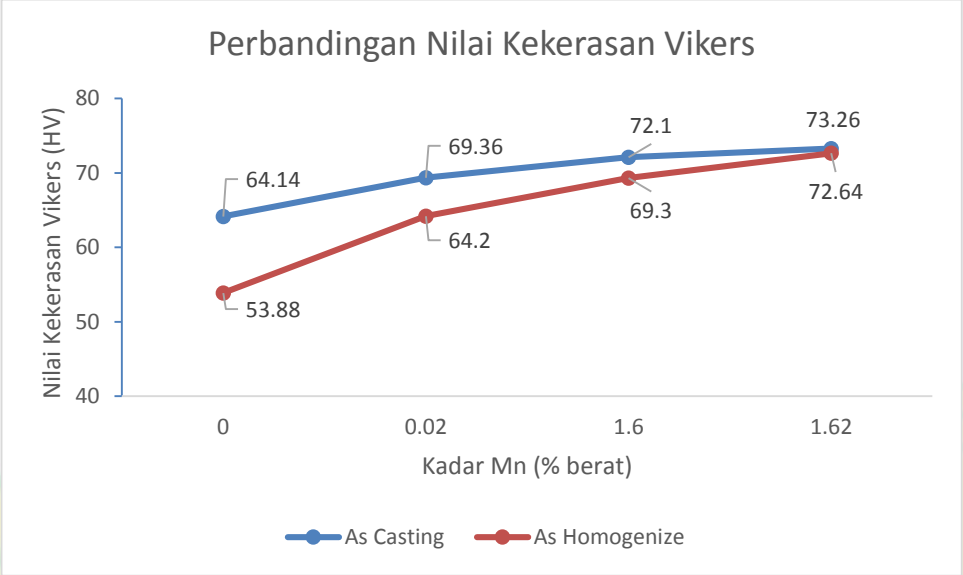
Gambar 4.4 Sampel as homogenisasi Cu-29Zn-0.5Al dengan kadar Mn (a) 0.012 (b) 0.02 (c) 1.60 (d) 1.62 wt.% perbesaran 50x

Pada pelat A, B, dan C baik as casting maupun as homogenisasi tidak ada fasa baru yang muncul. Namun butir pada pelat A, B dan C pada as homogenisasi (gambar 4.3 dan gambar 4.4) lebih besar dari pada butir pada saat as casting (gambar 4.1 dan gambar 4.2). Hal ini sesuai dengan tujuan proses homogenisasi yaitu menghasilkan komposisi kimia yang seragam dalam butir sehingga ukuran

butir yang dihasilkan lebih besar. Pada pelat D dapat dilihat baik as casting maupun as homogenisasi terdapat fasa baru yaitu fasa β yang cukup banyak. Sehingga, pada pelat D terdapat fasa α dan fasa β hal ini disebabkan oleh penambahan 0,5 wt% Al serta 1,62wt% Mn akan menggeser daerah α sehingga mempercepat pembentukan fasa β. Fasa β terbentuk karena reaksi *peritektik* yang terjadi pada cairan logam yang terakhir membeku. Dengan adanya fasa β maka kekuatan, kekerasan, serta keuletan akan meningkat. Selain itu, seperti halnya pelat A, B, dan C , pelat D as homogenisasi (gambar 4.3 dan gambar 4.4) memiliki ukuran butir yang lebih besar dari as casting (gambar 4.1 dan gambar 4.2).

4.3 Analisa Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan suatu material dilakukan untuk dapat mengetahui tingkat kekerasan. Pada penelitian ini, untuk mendapatkan nilai kekerasan maka pengujian dilakukan dengan metode *vickers*. dengan piramida intan sebagai media identor, yang menghasilkan jejak identor. Sampel yang digunakan pada uji kekerasan ini sama dengan sampel yang digunakan untuk analisis struktur mikro. Hal ini dikarenakan untuk pengujian kekerasan dibutuhkan permukaan yang rata. Pada pengujian ini setiap sampel di berikan beban sebesar 1kg dengan 5 kali pengulangan pada daerah yang berbeda. Berikut adalah hasil dari pengujian kekerasan:



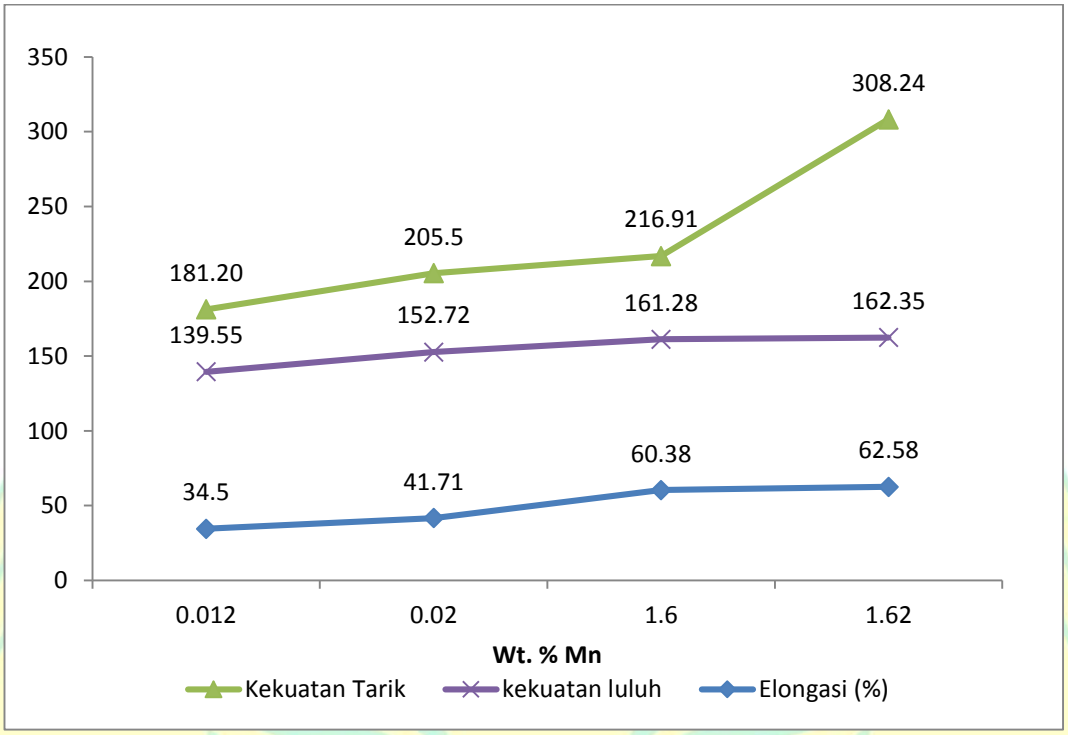
Gambar 4.5 grafik nilai kekerasan as casting dan as homogenisasi

Dapat dilihat pada gambar 4.5 nilai kekerasan as casting pengalami peningkatan. Pada as casting pelat A (1) memiliki nilai kekerasan sebesar 64,14 HV, pelat B (2) memiliki nilai kekerasan sebesar 69,36 HV, pelat C (3) memiliki nilai kekerasan sebesar 72,1 HV, dan pada pelat D (4) memiliki nilai kekerasan sebesar 73,26 HV. Sama halnya dengan as casting, as homogenisasi juga mengalami peningkatan nilai kekerasan. Pada as homogenisasi pelat A (1) memiliki nilai kekerasan sebesar 53,88 HV, pelat B (2) memiliki nilai kekerasan sebesar 64,2 HV, pelat C (3) memiliki nilai kekerasan sebesar 69,3 HV, dan pada pelat D (4) memiliki nilai kekerasan sebesar 72,64 HV. Sehingga dapat dilihat serta disimpulkan bahwa terjadi peningkatan nilai kekerasan baik pada as casting ataupun as homogenisasi. Peningkatan nilai kekerasan terjadi akibat proses *solid solution strengthening*, dimana dengan ditambahkannya atom lain yang disisipkan atau digantikan, maka kekuatan dan kekerasan suatu material akan meningkat

dibanding dalam keadaan murninya. Karena atom lain yang disisipkan atau digantikan akan mengalami dislokasi. Besar dan kecilnya ukuran atom yang terlarut mempengaruhi energi regangan. Ukuran atom sisipan yang kecil akan menurunkan energi regangan tekan, sedangkan atom sisipan yang berukuran besar akan menurunkan energi regangan tarik. Semakin banyak terdapat atom sisipan, maka energi regangan secara perlahan akan hilang dan dislokasi semakin kecil. Hal ini sesuai dengan penelitian penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa penambahan unsur lain (Al dan Mn) akan meningkatkan nilai kekerasan serta sifat mekanik kuningan. Namun, dapat dilihat juga bahwa nilai kekerasan pada as homegnisasi lebih kecil daripada as casting. Hal ini dikarenakan proses homogenisasi membuat komposisi pada butir lebih merata sehingga terjadi penurunan nilai kekerasan.

4.4 Analisa Pengujian Tarik

Pada pengujian tarik sample yang digunakan adalah sample as homogenisasi. Pengujian tarik dilakukan menggunakan mesin uji tarik JTM dengan kapasitas beban 30 ton. Pengujian tarik dilakukan di laboratorium Unit Industri Bahan dan Barang Teknik (UIB2T) yang berada di DKI Jakarta. Data yang didapat dari pengujian teknik ini meliputi kekuatan tarik *(ultimate tensile strength)*, kekuatan luluh *(yield strength)*, dan elongasi *(elongation).*

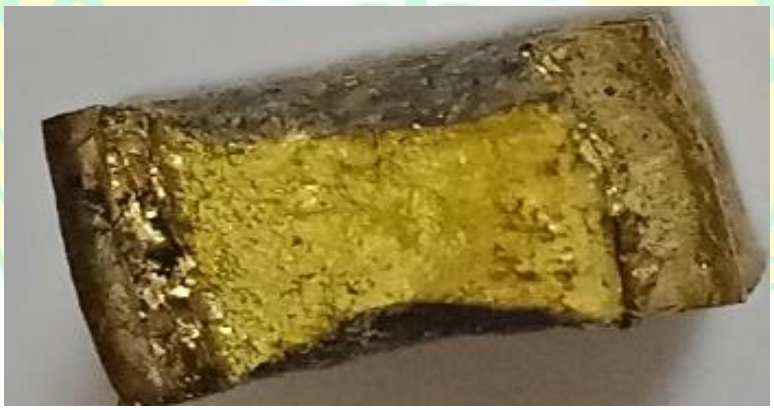


Gambar 4.6 Grafik kekuatan tarik, kekuatan luluh dan elongasi

Gambar 4.6 menunjukan grafik kekuatan tarik, kekuatan luluh, dan elongasi hasil uji tarik. Dapat dilihat bahwa secara umum terjadi peningkatan nilai baik untuk kekuatan tarik, kekuatan luluh, maupun elongasi. Nilai kekuatan tarik mengalami peningkatan yang signifikat dari 181.20 Mpa pada plat 1 tanpa tambahan Mn, 205.5 Mpa pada plat 2 dengan penambahan Mn 0.02 wt.%, 216.91 Mpa pada plat 3 dengan penambahan Mn 1.6 wt.%, dan 308.24 Mpa pada pelat 4 dengan penambahan Mn 1.62 wt.%. Sama seperti kekuatan tarik, kekuatan luluh juga mengalami peningkatan namun tidak signifikan. Nilai kekuatan luluh meningkat dari dari 139.55 Mpa pada plat 1 tanpa tambahan Mn, 152.72 Mpa pada plat 2 dengan penambahan Mn 0.02 wt.%, 161.28 Mpa pada plat 3 dengan penambahan Mn 1.6 wt.%, dan 162.35 Mpa pada pelat 4 dengan penambahan Mn 1.62 wt.%. Nilai elongasi berbanding lurus dengan nilai kekuatan tarik,

mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Nilai elongasi meningkat dari 34.5% pada plat 1 tanpa tambahan Mn, 41.71% pada plat 2 dengan penambahan Mn 0.02 wt.%, 60.38% pada plat 3 dengan penambahan Mn 1.6 wt.%, dan 62.58% pada pelat 4 dengan penambahan Mn 1.62 wt.%. Hal ini sesuai dengan penelitian yang sebelumnya dilakukan oleh Basori et al., (2018) yang menunjukan bahwa penambahan mangan (Mn) akan meningkatkan kekuatan tarik, luluh, dan elongasi paduan tersebut.

Pada pengujian tarik selain data dalam bentuk nilai, terdapat fenomena lain yang dapat diamati yaitu sampel bekas pengujian tarik. Dari bekas sampel pengujian tarik bias didapatkan data berupa getas atau uletnya paduan berdasarkan struktur makro yang terbentuk. Pengambilan struktur makro dilakukan menggunakan kamera ponsel dengan perbesaran 4x yang difokuskanagar dapat terlihat lekukan serta serabut yang terbentuk akibat pengujian tarik. Dalam pengujian tarik, sampel ditarik sampai patah. Dari patahan ini, dapat dilihat lekukan serta serabut yang terbentuk akibat penarikan sampel.

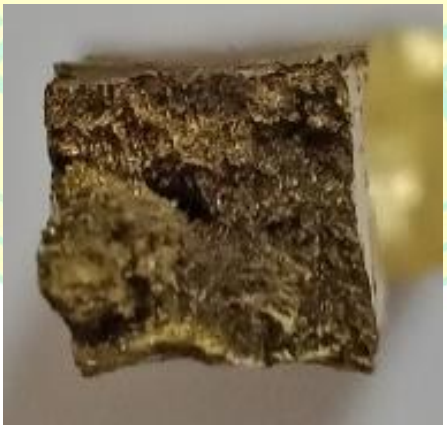


Gambar 4.7 Struktur makro bekas pengujian tarik pelat 1

Gambar 4.7 merupakan bekas dari pengujian tarik menunjukan lekukan yang tidak terlalu dalam serta serabut yang dalam jumlah yang sedikit pada hasil pengujian tarik. Patahan terjadi akibat deformasi plastis pada plat 1.

Gambar 4.8 Struktur makro bekas pengujian tarik pelat 2

Gambar 4.8 menunjukan bekas pengujian tarik pada pelat 2, dapat dilihat bahwa lekukan pada pelat 2 lebih dalam dari pada pelat 1. Hal ini sesuai dengan nilai elongasi pelat 2 yang lebih tinggi dari pelat 1 yaitu 41.71% untuk plat 2 dan 34.5% untuk pelat 1. Peningkatan elongasi sebesar 7.21% mengakibatkan patahan lebih dalam atau lebih ulet dari pada sebelumnya.



Gambar 4.9 Struktur makro bekas pengujian tarik pelat 3

Gambar 4.9 merupakan gambar bekas pengujian tarik pada pelat ke 3. Pada pelat ke 3 lekukan patahan yang didapat dari hasil pengujian tarik jauh lebih dalam dari pada pelat 1 dan pelat 2. Hal ini dikarenakan pada pelat 3 nilai elongasi mencapai 60.38% mengalami peningkatan 18.67% dari pelat 2 dan 25.88% dari pelat 1.

Gambar 4.10 Struktur makro bekas pengujian tarik pelat 4

Gambar 4.10 menunjukan bekas patahan pada pelat 4. Pada pelat 4 dapat dilihat bahwa patahan yang dihasilkan jauh lebih dalam dari pada pelat 1, pelat 2, dan pelat 3. Hal ini ditunjukan oleh nilai elongasi pada pelat 4 yang mencapai 62.58 % dengan peningkatan 2.14% dari pelat 3, 20.81% dari pelat 2, dan 28.02% dari pelat 1.

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA