

ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO HASIL PROSES HYDROFORMING PADA MATERIAL TEMBAGA (Cu) C84800 DAN ALUMINIUM Al 6063

R. Bagus Suryasa Majanasastra¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin - Universitas Islam 45 Bekasi, email: bagus.suryasa@gmail.com

ABSTRAKSI

Hydroforming adalah salah satu dari banyak jenis proses pembentukan yang menggunakan cetakan dengan variabel kompaksi tekanan tinggi (cairan hidrolik) untuk memberikan tekanan dan mengisi ruang sesuai cetakan. Pada penelitian ini proses hydroforming dilakukan pada pipa berbahan tembaga C84800 dan aluminium paduan 6063 agar menghasilkan perubahan diameter pada sebagian pipa sesuai dengan cetakannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan mekanik dari tonjolan pada produk hasil proses hydroforming dengan material tembaga dan aluminium, untuk mengetahui struktur mikro pada tonjolan pipa yang dihasilkan dengan menggunakan uji metalografi dan untuk mengetahui ada tidaknya retak (Crack) pada daerah tonjolan dan sekitarnya. Pembebanan dalam penelitian ini dilakukan dengan variabel tekanan maksimum 10 ton. Bahan sampel yang digunakan terdiri dari 3 sampel dari tiap jenis material, dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu di sebelah kiri, tengah, dan sisi kanan. Dari penelitian ini diperoleh analisa bahwa Kekuatan mekanik pada pipa tembaga Cu C84800 dan Aluminium 6063 mempunyai keuletan yang baik, dilihat dari struktur mikro hasil proses hydroforming proeutetik α (Cu-Zn) dan fasa β pada tembaga dan fasa Al- α pada aluminium. Struktur mikro Tembaga Cu C84800 berupa fasa proeutetik α (Cu-Zn) dan fasa β (kuningan), tidak terlihat adanya retak atau cacat. Struktur mikro Aluminium 6063 berupa fasa utamanya Al- α berbentuk globular dikelilingi partikel-partikel Mg_2Si , tidak terlihat adanya retak atau cacat. Dari hasil uji kekerasan menggunakan Hardness Vickers, Sampel Tembaga Cu C84800 sampel B mempunyai nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan sampel lainnya. Dari hasil uji kekerasan menggunakan Hardness Vickers, Dari sampel sampel Aluminium 6063, sampel A mempunyai nilai kekerasan tertinggi.

Kata kunci : Hydroforming, kekuatan, keuletan, kekerasam

ABSTRACT

Hydroforming is one of many types of the formation process that uses molds with variable high-pressure compacting (hydraulic fluid) to provide pressure and filling the space fit the mold. In this study hydroforming process is done on a pipe made from copper and aluminum alloys C84800 6063 in order to generate changes in most pipe diameter according to cetakannya. Goal of this study was to determine the mechanical strength of the ridge on the hydroforming process products with materials of copper and aluminum, for determine the microstructure in the bulge pipe produced using metallographic test and to determine whether there is a crack on the bulge and surrounding area. The imposition of this research is done with a variable maximum pressure of 10 tons. Material of sample consisted of three samples of each type of material, divided into several parts, the left, middle and right side. Analysis of this study showed that the mechanical strength on Cu C84800 copper pipe and Aluminium 6063 has good ductility, seen from the microstructure results hydroforming process proeutetik α (Cu-Zn) and copper phase and phase β on Al- α on aluminum. Microstructure of Copper C84800 is proeutetik form α -phase (Cu-Zn) and β phase (brass), no visible cracks or defects. Micro structure of Aluminium 6063 form the main phase of Al- α globular shaped particles surrounded Mg_2Si , no visible cracks or defects. From the results of hardness test using Vickers Hardness, Copper Cu C84800 Sample B samples have higher hardness values compared to other samples. From the results of hardness test using Vickers Hardness, At Aluminium 6063 sample, the ample A has a higher hardness values compared to other samples.

Keywords: Hydroforming, strength, tenacity, Hardness

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dewasa ini sudah begitu pesat, terutama pada bidang industri manufaktur, namun masih perlu dipercepat lagi guna mengejar pertumbuhan penduduk yang jauh lebih pesat. Sehingga perlu didukung dengan penelitian-penelitian dan pengembangan-pengembangan yang terus menerus untuk semakin meningkatkan pertumbuhan teknologi dengan inovasi inovasi baru.

Dibidang pembentukan logam, khususnya pembentukan pipa dikenal metode hydroforming. Hydroforming adalah salah satu dari banyak jenis proses pembentukan yang menggunakan cetakan dengan variabel kompaksi tekanan tinggi (cairan hidrolik) untuk memberikan tekanan dan mengisi ruang sesuai cetakan.

Peneliti merasa tertarik untuk menggunakan metode hydroforming yang tergolong baru ini untuk membentuk pipa tembaga Cu C84800 dan pipa aluminium 6063 yang sering peneliti gunakan dalam desain alat penukar kalor, antara lain heat exchanger, kondensor, evaporator dan radiator.

Batasan penelitian ini penulis batasi dengan batasan-batasan berikut ini. Pertama pipa yang penulis gunakan adalah pipa tembaga Cu 84800 dan aluminium paduan 6063, dibentuk dengan tekanan hidrolik antara 10 ton. Struktur fasa padat yang terbentuk dari paduan tembaga Cu84800 dan aluminium 6063, metode analisa yang dilakukan melalui pengamatan struktur mikro dengan uji metalografi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan mekanik dari tonjolan pada produk hasil proses *hydroforming* dengan material tembaga dan aluminium, untuk mengetahui struktur mikro pada tonjolan pipa yang dihasilkan dengan menggunakan uji metalografi, untuk mengetahui ada tidaknya retak / (*Crack*) pada daerah tonjolan dan sekitarnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Hydroforming

Proses *Hydroforming* adalah suatu cara dari pembentukan logam pada cetakan dengan menggunakan cairan hidrolik bertekanan tinggi hingga mengisi volume ruang logam yang dibentuk tadi. Salah satu contoh penerapan proses teknik *Hydroforming* ini terdapat dalam industri otomotif, untuk membuat suatu bodi pada kendaraan dan membentuk komponen *chassis* (rangka kendaraan) yang sifatnya kompleks, kuat dan ringan.

Prinsip kerjanya, untuk pembentukan sebuah bodi ataupun rangka pada kendaraan tersebut diletakkan kedalam *dies* (cetakan) yang memiliki bentuk hasil akhir yang diinginkan. Kemudian, piston hidrolik bertekanan tinggi mendorong cairan kedalam cetakan dan menyebabkan perluasan permukaan pada benda kerja hingga ke titik yang diinginkan.

Klasifikasi Hydroforming

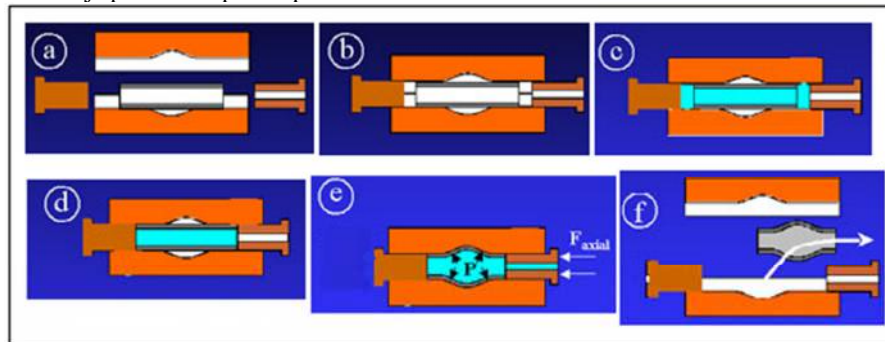
Hydroforming terdiri dari 2 (dua) macam, yaitu membentuk tabung dan lembaran logam. Keduanya diproses dengan menggunakan teknik yang sama yang dikembangkan untuk mengakomodasi produk yang berbeda. Prinsip-prinsip dasar untuk teknik yang berbeda dengan memanfaatkan tekanan cairan untuk membentuk bagian. *Hydroforming* berbeda dari konvensional proses *deep drawing* dalam hal itu menggantikan alat sebelumnya dengan diafragma karet yang didukung dengan tekanan fluida untuk membentuk bagian permukaan yang diinginkan. Jenis-jenis proses *Hydroforming* yang ada, yaitu :

1. Tabung Hydroforming (*Tube Hydroforming*)

Proses *hydroforming* untuk jenis tabung ada dua cara, yaitu tekanan tinggi dan tekanan rendah. Dalam proses tekanan tinggi, tabung tertutup sepenuhnya didalam cetakan sebelum tabung ditekan. Untuk tekanan rendah tabung sedikit ditekan untuk mempertahankan agar volume tetap selama penutupan cetakan.

Tekanan *hydroforming* diterapkan pada bagian dalam tabung yang tertutup oleh cetakan dengan penampang dan bentuk yang diinginkan. Ketika cetakan tertutup, pada bagian ujung tabung ditutup dengan *pin* dan tabung diisi dengan cairan hidrolik. Tekanan internal dapat naik ke beberapa titik bar dan hal itu menyebabkan tabung untuk mengkalibrasi terhadap cetakan. Cairan hidrolik disuntikkan ke dalam tabung melalui salah satu sisi pukulan aksial. Dorongan aksial yang bergerak dan memberikan kompresi aksial dan untuk memberi ruang terhadap pusat tabung agar mengembang.

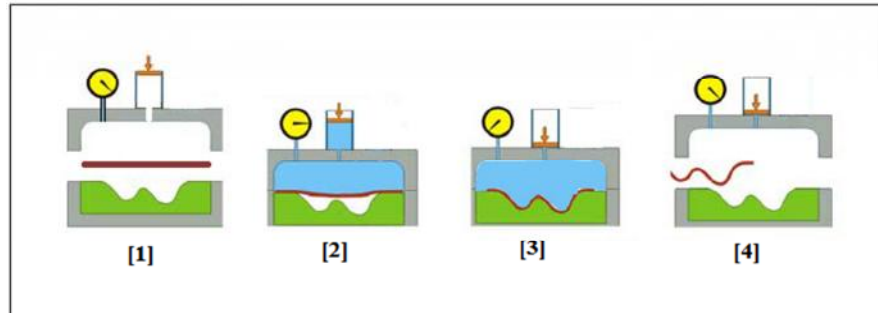
Dorongan tekanan aksial mungkin juga dimasukkan dalam pembentukan cetakan dalam rangka membentuk tonjolan dengan diameter kecil/ rasio panjang. Tekanan aksial juga dapat digunakan untuk membuat lubang pada benda kerja pada akhir proses pembentukan.



Gambar 2.1 Proses *Hydroforming* Tabung

2. Lembar Hydroforming (*Sheet Hydroforming*)

Proses *hydroforming* untuk jenis lembaran terdapat material yang membentuk, dimana sebuah benda kerja ditempatkan pada sebuah cetakan melalui pukulan atau dorongan aksial kemudian mengisi ruang hidrolik benda kerja dan permukaan cetakan tekanan yang relatif rendah terhadap tekanan aksial tadi. Batangan penekan (*holder*) akan mendorong cairan hidrolik sebesar 15000 Pa hingga membuat benda kerja yang berbentuk lembaran tadi membentuk sesuai dengan cetakan (*molding*). Setelah itu, tekanan aksial dilepaskan dan batangan penekan terlepas lalu ruang hidrolik mengangkat.



Gambar 2.2 Proses *Hydroforming* Lembaran

Kelebihan dan Kelemahan *Hydroforming*

Hydroforming memungkinkan para insinyur untuk mengoptimalkan desain-desain yang sudah ada melalui ekspansi penampang silang membentuk kembali dan perimeter. Dikombinasikan dengan kemampuan untuk membuat lubang yang diperlukan untuk antarmuka subsistem kendaraan secara murah, *hydroforming* telah menjadi teknologi penting untuk komponen struktural dalam kendaraan yang diproduksi secara massal.

1. *Hydroforming* komponen tubular memiliki beberapa keuntungan, yaitu :

- a. Bagian konsolidasi.
- b. Penurunan berat pada alat yang digunakan melalui desain bagian yang lebih efisien dan menyesuaikan ketebalan dinding.
- c. Peningkatan kekuatan struktural dan kekakuan benda kerja.
- d. Perakasan rendah biaya sebagai akibat dari bagian lebih sedikit.
- e. Kurang sekunder operasi.
- f. Ketat dimensi toleransi dan *springback* rendah.
- g. Mengurangi memo.

2. *Hydroforming* juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu :

- a. Lambat waktu siklus.
- b. Mahal peralatan.
- c. Kurangnya basis pengetahuan yang luas untuk proses dan desain alat.

Oleh karena itu, kelayakan *hydroforming* harus diselidiki dari kedua sudut pandang seorang ekonomi dan mekanik untuk setiap bagian individu. Untuk mengurangi waktu siklus, operasi sekunder, seperti menusuk, perlu diintegrasikan dengan proses *hydroforming*. Simulasi komputer dari proses *hydroforming* juga dapat dan harus digunakan untuk mengevaluasi batas deformasi.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi *Hydroforming*

Proses pembentukan dengan cara *hydroforming* menjadi lebih banyak digunakan, beberapa faktor harus diatasi untuk meningkatkan penerapan teknologi ini dalam industri *stamping*. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses ini, yaitu:

1. Persiapan benda kerja (tabung dan lembaran), yang melibatkan pemilihan material dan kualitas dari benda kerja yang masuk.
2. Bentuk desain dan metode produksi.
3. Bagian desain untuk *hydroforming*.
4. Pengelasan dan perakitan komponen *hydroformed*, seperti *fixturing* dan bergabung.
5. Menghancurkan kinerja dan kekakuan sendi.
6. Pemilihan pelumas yang tidak merusak benda kerja pada tekanan tinggi.
7. Proses pembangunan yang cepat.

Tembaga

Tembaga merupakan salah satu logam ringan yang paling banyak dimanfaatkan oleh manusia selain karena kelimpahannya yang besar di alam juga disebabkan sifat-sifat yang dimiliki oleh tembaga. Tembaga mempunyai sifat-sifat unggul antara lain mempunyai laju korosi yang lambat, konduktivitas termal dan elektrik yang baik, relatif lunak dan mudah dikerjakan misalnya dicetak, diekstrusi, ditarik, dipres, ditempa dan dirol. Tembaga adalah suatu logam yang diambil dari biji dasar pada *Copperpyrites*. *Copperpyrites* adalah tanah tambang dimana tembaga bereaksi secara kimia dengan besi dan belerang = $CuFeS_2$. Serta logam ini mempunyai kemurnian pada hantaran panas dengan suhu $20^{\circ}C$ sebesar $0,941 \text{ Cal/cm derajat/ detik}$. Dalam pemurnian tembaga untuk keperluan industri biasanya terdapat unsur-unsur gas yang memberikan pengaruh terhadap berbagai sifat. Oksigen merupakan unsur yang penting yang berhubungan erat dengan kadar hidrogen dan belerang. Tembaga banyak digunakan untuk komponen dan produk elektrik, peralatan rumah tangga, bodi mobil dan pesawat. Sedangkan, laju korosi tembaga yang rendah banyak dimanfaatkan untuk melapisi logam lain yang mempunyai laju korosi tinggi misalnya baja. Pelapisan tembaga pada baja dapat mengontrol atmosfer korosi dari baja, meningkatkan konduktivitas elektrik dan termal baja.

Sifat - Sifat Tembaga

Tembaga mempunyai banyak sifat baik yang menguntungkan untuk dikembangkan dalam bidang industri kelistrikan, antara lain :

1. Logam ringan

Tembaga merupakan salah satu logam yang ringan, beratnya sekitar 8906 kg/m^3 . Oleh karena itu tembaga banyak menggantikan peranan baja dalam berbagai hal seperti pada kendaraan, peralatan rumah.

Tabel 2.1 Berat Jenis Beberapa Jenis Logam

Logam	Berat Jenis (kg/m^3)
Tembaga	8.096
Aluminium	2.643
Kuningan	8.750
Timah Hitam	11.309
Magnesium	1.746
Nikel	8.703
Seng	7.144
Besi	7.897
Baja	7.769

2. Tahan karat

Beberapa logam lain mengalami pengikisan bila terkena oksigen, air atau bahan kimia lainnya. Reaksi kimia akan menyebabkan korosi pada logam tersebut.

3. Penghantar listrik dan panas yang baik

Kotoran pada tembaga akan memperkecil/ mengurangi daya hantar listriknya. Selain itu, daya hantar panasnya juga tinggi oleh karenanya tembaga juga dipakai untuk kelengkapan bahan radiator, ketel, dan alat kelengkapan pemanasan.

Aluminium

Aluminium murni adalah logam yang lunak, tahan lama, ringan, dan dapat ditempa dengan penampilan luar bervariasi antara keperakan hingga abu-abu, tergantung kekasaran permukaannya. Kekuatan tarik Aluminium murni adalah 90 MPa , sedangkan aluminium paduan memiliki kekuatan tarik berkisar hingga 600 MPa . Aluminium memiliki berat sekitar satu pertiga baja, mudah ditekuk, diperlakukan dengan mesin, dicor, ditarik (*drawing*), dan diekstrusi. Resistansi terhadap korosi terjadi akibat fenomena pasivasi, yaitu terbentuknya lapisan Aluminium Oksida ketika Aluminium terpapar dengan udara bebas. Lapisan Aluminium Oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Aluminium paduan dengan tembaga kurang tahan terhadap korosi akibat reaksi galvanik dengan paduan Tembaga. Dalam keadaan murni aluminium terlalu lunak, terutama kekuatannya sangat rendah untuk dapat dipergunakan pada berbagai keperluan teknik. Dengan paduan ini dapat diperbaiki tetapi seringkali sifat tahan korosinya berkurang, demikian juga keuletannya.

Penambahan titanium pada aluminium dimaksud untuk mendapat struktur butir yang halus. Biasanya penambahan bersama-sama dengan Cr dalam prosentase $0,1\%$, titanium juga dapat meningkatkan mampu mesin.

Sifat-Sifat Aluminium

Sifat teknik bahan aluminium murni dan aluminium paduan dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan perlakuan yang diberikan terhadap bahan tersebut. Aluminium terkenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi. Hal ini disebabkan oleh fenomena pasivasi, yaitu proses pembentukan lapisan aluminium oksida di permukaan logam aluminium segera setelah logam terpapar oleh udara bebas. Lapisan aluminium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Namun, pasivasi dapat terjadi lebih lambat jika dipadukan dengan logam yang bersifat lebih katodik, karena dapat mencegah oksidasi aluminium.

Tabel 2.5 Sifat fisik aluminium.

Nama, Simbol, dan Nomor	Aluminium, Al, 13
Sifat Fisik	
Wujud	Padat
Massa jenis	2,70 gram/cm ³
Massa jenis pada wujud cair	2,375 gram/cm ³
Titik lebur	933,47 K, 660,32 °C, 1220,58 °F
Titik didih	2792 K, 2519 °C, 4566 °F
Kalor jenis (25 °C)	24,2 J/mol K
Resistansi listrik (20 °C)	28,2 nΩ m
Konduktivitas termal (300 K)	237 W/m K
Pemuaian termal (25 °C)	23,1 μm/m K
Modulus Young	70 Gpa
Modulus geser	26 Gpa
Poisson ratio	0,35
Kekerasan skala Mohs	2,75
Kekerasan skala Vickers	167 Mpa
Kekerasan skala Brinell	245 Mpa

Pengaruh Unsur Paduan Terhadap Aluminium

Pengaruh elemen paduan, seperti besi membuat aluminium menjadi keras dan getas; timah hitam membuatnya bergelembung tapi memudahkan pengerjaan; tembaga meningkatkan kekerasan; magnesium memperbaiki kekuatan dan kemudahan pengerjaan; antimony dan titan ketahanan terhadap air laut dan mangan meningkatkan kekuatan dan anti karat.

Paduan aluminium diklasifikasikan dalam berbagai standar oleh berbagai Negara di dunia, yang sangat terkenal adalah *Standart Aluminium Association* (AA) di Amerika yang didasarkan atas standar terdahulu. Paduan aluminium dapat diklasifikasikan dalam tiga cara, yaitu berdasarkan pembuatan dengan klasifikasi paduan cor dan paduan tempa, berdasarkan perlakuan panas dengan klasifikasi dapat dan tidak dapat diperlakukan dan cara ketiga yang berdasarkan unsur-unsur paduan. Berdasarkan klasifikasi ketiga ini aluminium dibagi dalam tujuh jenis, yaitu : jenis Al-murni, jenis Al-Cu, jenis Al-Mn jenis Al-Si, jenis Al-Mg, jenis Al-Mg-Si, jenis Al-Zn. Berikut ini masing-masing sifatnya, yaitu :

1) Jenis Al-murni

Jenis ini adalah aluminium dengan kemurnian antara 99,0% dan 99,9%. Aluminium dalam seri ini sifatnya baik dalam tahan karat, konduksi panas dan konduksi listrik. Hal yang kurang menguntungkan adalah kekuatannya rendah.

2) Jenis paduan Al-Cu

Jenis paduan Al-Cu adalah paduan aluminium yang mengandung tembaga 4,5%, jenis yang dapat diperlakukan panas. Dengan melalui pengerasan endap atau penyepuhan sifat mekanik paduan ini dapat menyamai sifat dari baja lunak, seperti memiliki kekuatan tinggi, mudah dikerjakan karena memiliki sifat-sifat mekanik dan mampu mesin yang baik tetapi daya tahan korosinya rendah bila dibandingkan dengan jenis paduan yang lainnya serta mampu cornya agak jelek. Paduan ini biasanya digunakan pada konstruksi keling dan banyak sekali digunakan dalam konstruksi pesawat terbang seperti duralumin (2017) dan super duralin (2024).

3) Jenis paduan Al-Mn

Paduan ini adalah jenis yang tidak dapat diperlakukan panas sehingga kenaikan kekuatannya hanya dapat diusahakan melalui pengerjaan dingin dalam proses pembuatannya. Bila dibandingkan dengan jenis Al-murni paduan ini mempunyai sifat yang sama dalam hal daya tahan korosi dan kekuatan jenis paduan ini lebih unggul dari pada jenis Al-murni. Biasanya digunakan di industri kimia dan industri bahan pangan.

4) Jenis paduan Al-Si

Paduan Al-Si termasuk jenis yang tidak dapat diperlaku-panaskan. Pada paduan yang mengandung Si 8% pada struktur mikronya terdapat primarydendrit (α) dan dikelilingi oleh campuran eutektik antara Al-Si. Pada paduan yang mengandung Si 12% struktur mikro paduan seluruhnya terdiri dari fasa eutektik. Jenis ini dalam keadaan cair mempunyai sifat mampu alir yang baik dan dalam proses pembekuannya hampir tidak terjadi retak, meningkatkan kemampuan cetak aluminium dan mengurangi korosi. Karena sifat-sifatnya, maka paduan jenis Al-Si banyak digunakan sebagai bahan atau logam las dalam pengelasan paduan aluminium baik paduan cor maupun paduan tempa.

5) Jenis paduan Al-Mg

Paduan aluminium yang mengandung magnesium sekitar 4% atau 10%. Jenis ini termasuk paduan yang tidak dapat diperlaku-panaskan dan lebih sulit dituang tetapi mempunyai sifat yang baik dalam daya tahan korosi, terutama korosi air laut dan alkalis serta memiliki kekuatan yang tinggi. Jenis ini mempunyai kekuatan tarik diatas 30 kgf/mm² perpanjangan diatas 12 % setelah perlakuan panas. Paduan ini disebut hidronalium dan paduan Al-Mg banyak digunakan tidak hanya dalam konstruksi umum, tetapi juga tangki-tangki gas penyimpanan gas alam cair dan oksigen cair.

6) Jenis paduan Al-Mg-Si

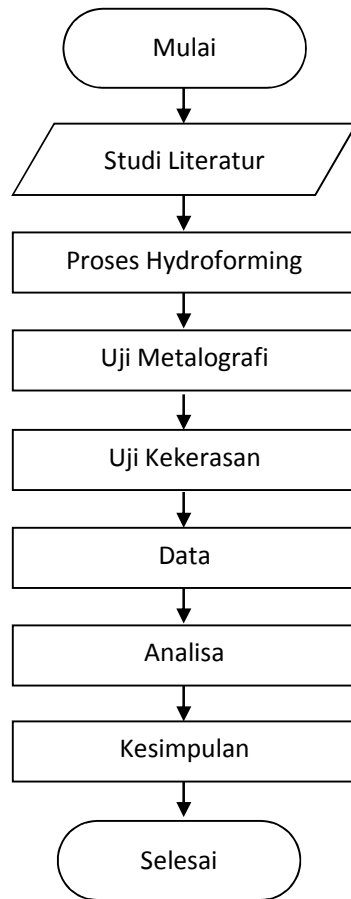
Paduan ini termasuk dalam jenis yang dapat diperlaku-panaskan dan mempunyai sifat daya sangat tahan korosi yang cukup dan penghantar listrik yang sangat baik. Paduan aluminium dengan Si 7-9 % dan Mg 0,3-1,7 % dikeraskan dengan pengerasan presipitasi dimana terjadi presipitasi Mg₂Si, sehingga sifat-sifat mekaniknya dapat diperbaiki. Paduan ini dinamakan silumin gama dan dipakai untuk rumah-rumah, tromol rem, dan sebagainya. Sifat yang kurang baik dari paduan ini adalah terjadinya pelunakan pada daerah las sebagai akibat dari panas pengelasan yang timbul.

7) Jenis paduan Al-Zn

Paduan ini termasuk jenis yang dapat diperlaku-panaskan. Biasanya ke dalam paduan pokok Al-Zn ditambahkan Mg, Cu, dan Cr. Kekuatan tarik yang dapat dicapai lebih dari 50 kg/mm², sehingga paduan ini dinamakan juga ultra duralumin. Berlawanan dengan kekuatan tariknya, sifat mampu las dan daya tahan korosinya kurang menguntungkan. Dalam waktu akhir-akhir ini paduan Al-Zn-Mg mulai banyak digunakan dalam konstruksi las, karena jenis ini mempunyai sifat mampu las dan daya tahan korosi yang lebih baik dari pada paduan dasar al-Zn.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram diatas menggambarkan langkah suatu proses yang dilakukan dalam melakukan metode penelitian sehingga memperoleh hasil dari penelitian yang sesuai dengan literatur pustaka. Langkah-langkah prosesnya berupa terminal yang menyatakan mulai dan selesai dari suatu proses, pengolahan yang menyatakan suatu proses berlangsung, dan keputusan untuk menyatakan dalam mengambil keputusan dari proses yang telah diolah dengan cara membandingkan. Untuk penjelasan lebih lanjutnya proses tersebut akan dibahas pada subbab-subab berikutnya.

Persiapan Bahan Pengujian

Bahan yang digunakan adalah tembaga dengan komposisi kimia seperti pada tabel berikut. Bahan tersebut didapat dari proses hydroforming yang dilakukan di Laboratorium Material Teknik Universitas Islam 45 yaitu untuk membuat hasil tekukan atau tonjolan pada komponen kendaraan, seperti chassis, kerangka sepeda dan lain-lain.

Tabel 3.2 Komposisi Paduan Aluminium 6063

U.S.A. (AA)	Britain (BS)	I.S.O. %	Cu. %	Mg. %	Si. %	Fe. %	Mn. %	Zn. %	Ti. %	Cr. %
6063	H9	Al Mg Si	0.1	0.9	0.7	0.6	0.3	0.1	0.2	0.1

Bahan dan Alat

Pada proses pembentukan pipa *hydroforming* tembaga ini dibutuhkan bahan dan alat penambah, adapun bahan-bahan serta alat-alat penambah yang digunakan dalam proses pembentukan pipa *hydroforming*. Dalam pembentukan bahan *Tube Hydroforming* Tembaga dan aluminium yang digunakan untuk sampel menggunakan proses penekanan dengan menggunakan dongkrak hidrolis.

Proses Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan setelah proses *hydroforming*, pipa tembaga dan aluminium dipotong sesuai yang diperlukan untuk dilakukan analisa metalografi dan kekerasan mekanik, Tiap sampel berukuran panjang 60 mm, lebar 8 mm dan tinggi 5 mm.

Proses Cutting dan Grinding

Pengamplasan dilakukan secara kasar dan halus. Preparasi awal dengan mengamplas sampel yang dimulai dengan amplas yang paling kasar sampai paling halus, yaitu dimulai dari amplas bernomor 400, 600, 800, 1000, 1200, 1500 hingga 2000. Untuk setiap perubahan nomor amplas dilakukan perubahan arah pengamplasan hingga arah sebelumnya hilang. Pada pengamplasan dialirkan air untuk menghindari panas akibat gesekan permukaan sampel dengan amplas dan untuk menghilangkan gram agar tidak tergores sampel.

Proses Polishing

Ada dua tahap pemolesan yaitu poles kasar dan halus. Poles kasar dilakukan dengan menggunakan kain poles berukuran 3 μm . Sedangkan poles halus dilakukan dengan cairan alumina 1 μm yang dipoleskan ke permukaan kain poles berukuran 1 μm kemudian dikerjakan seperti pemolesan kasar.

Proses Etsa

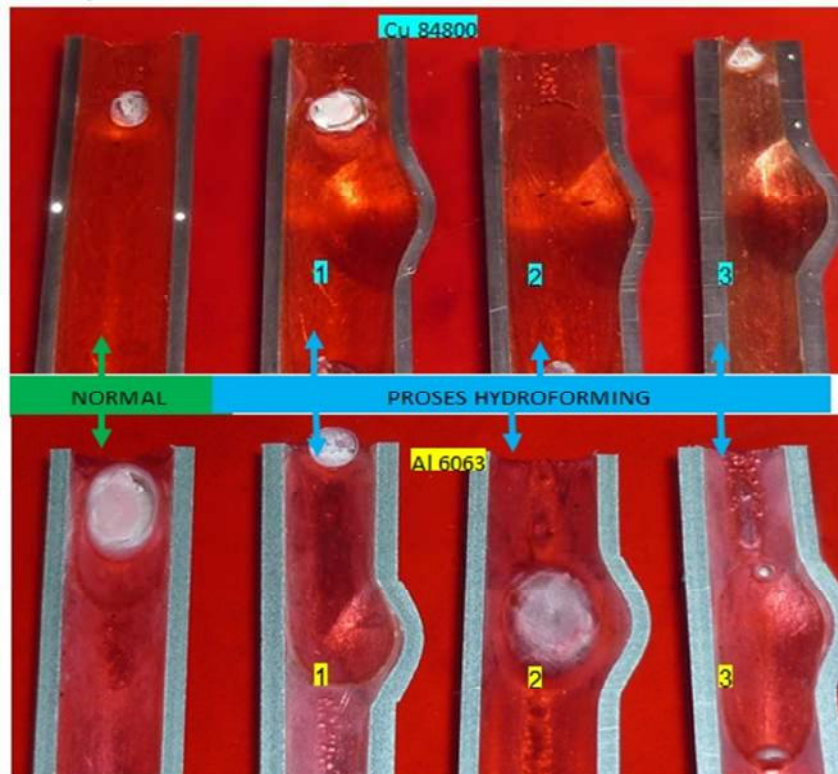
Sampel dietsa dengan menggunakan zat etsa yaitu:

1. Proses etsa untuk material Al6063 dengan zat kimia Dix. Keller Reagent.
2. Proses etsa untuk material Cu C84800 dengan zat kimia K₂Cr₂O₇.

Hasil dan Pembahasan

4.1 Pipa Hasil Proses Hydroforming Kapasitas 10 Ton

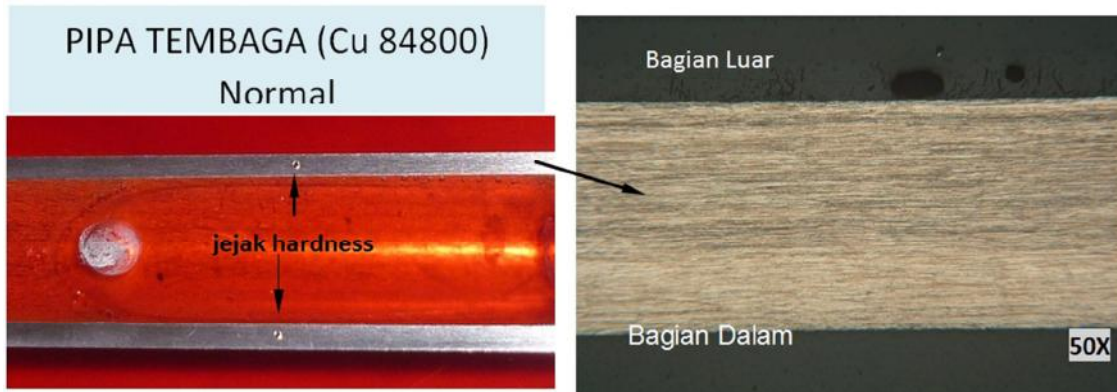
4.1.1 Pipa Tembaga Cu84800 Dan Aluminium 6063



Gambar 4.1 Foto sampel potongan memanjang untuk pemeriksaan metalografi dan kekerasan thd material pipa Tembaga (Cu 84800) dan pipa Aluminium (Al 6063) Ø 8,0 mm tebal 1,0 pada perc. proses Hydroforming.

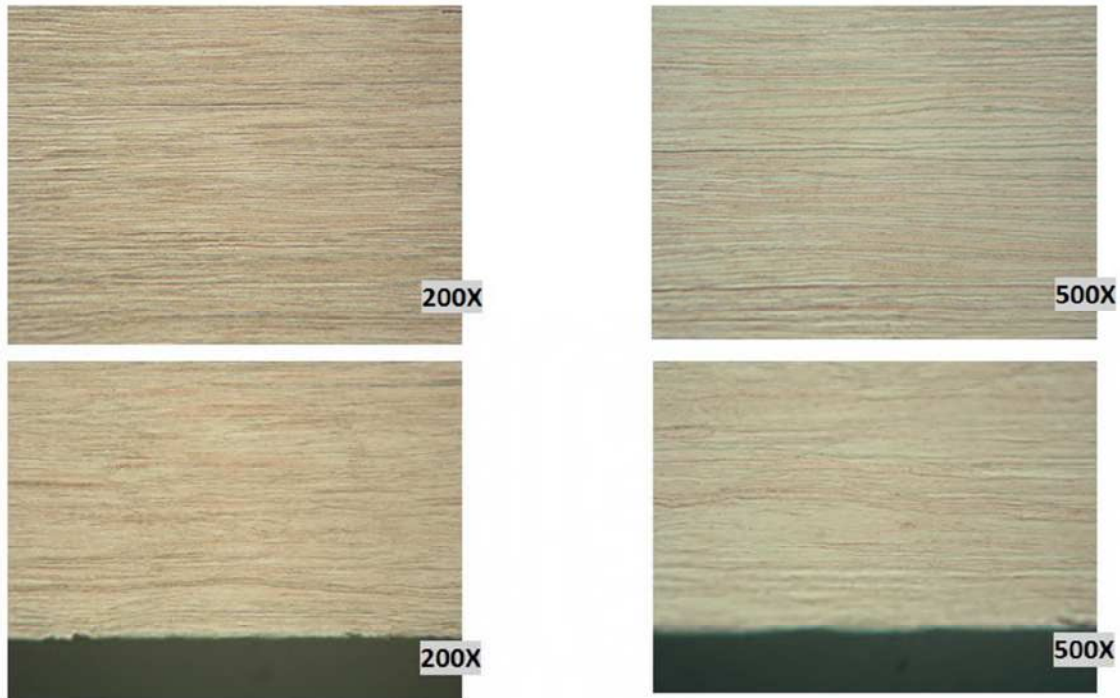
4.2 Struktur Mikro Pipa Tembaga Kondisi Tanpa Perlakuan Proses Hydroforming.

4.2.1 Struktur Mikro Pipa Tembaga Cu84800 Tanpa Perlakuan Hydroforming.



Gambar 4.2

Struktur mikro pipa Tembaga kondisi tanpa perlakuan proses hydroforming, berupa fasa proektetik α (Cu-Zn) dan fasa β (kuningan). Nilai kekerasan 138 HV.

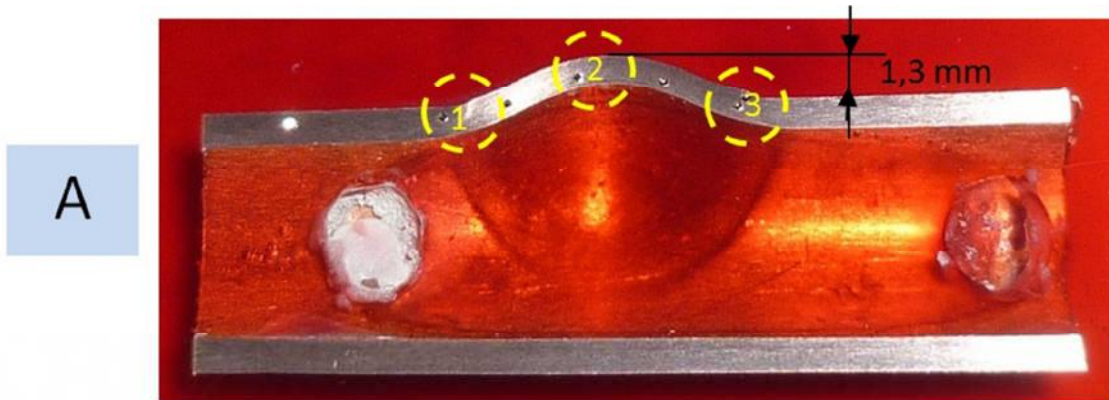


Gambar 4.3

Bentuk struktur mikro material pipa Tembaga, terlihat alur proses rol dan tidak terlihat adanya retak atau cacat lainnya, kondisi normal. Etsa : K_2CrO_7

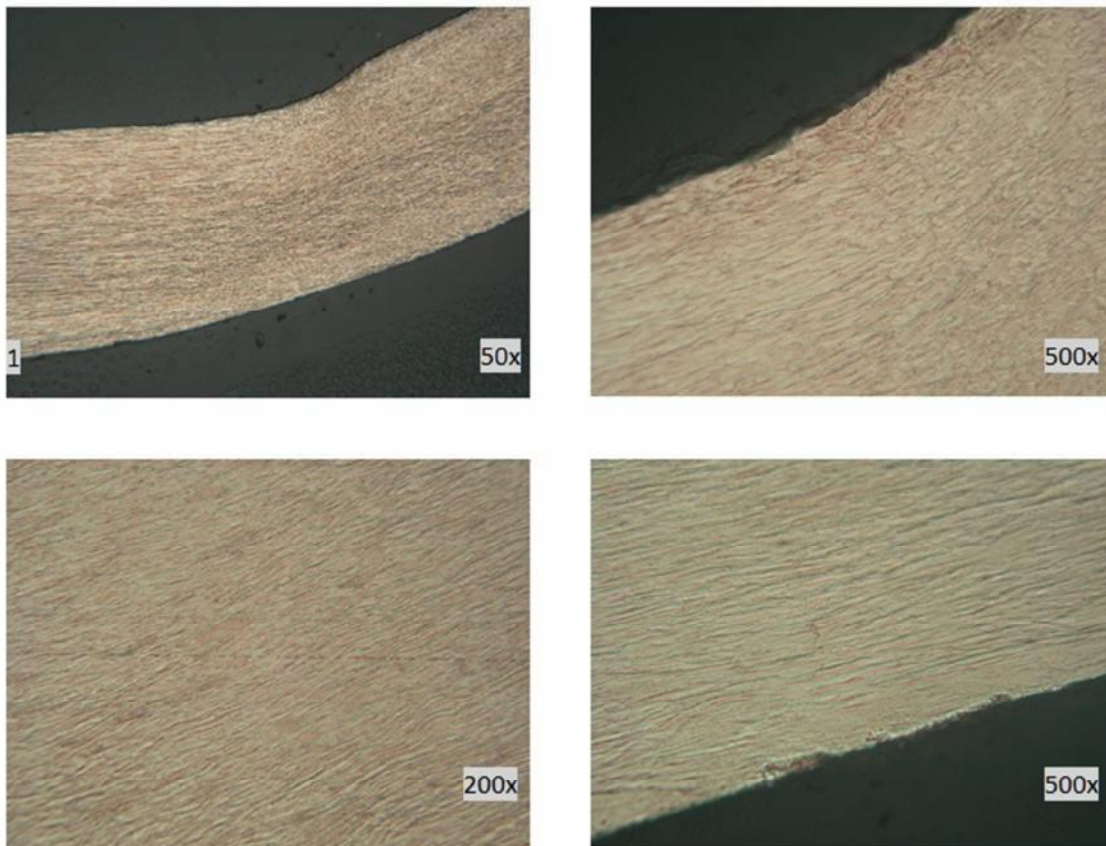
4.3 Struktur mikro tembaga cu84800 dengan Kapasitas Beban 10 Ton

4.3.1 Strukturmakro Tembaga Sampel A



Gambar 4.4

Sampel metalografi A, hasil proses hydroforming dengan beban tekan 10 Ton menghasilkan deformasi/bulding (h=1,7 mm). Etsa: K₂CrO₇



Gambar 4.5

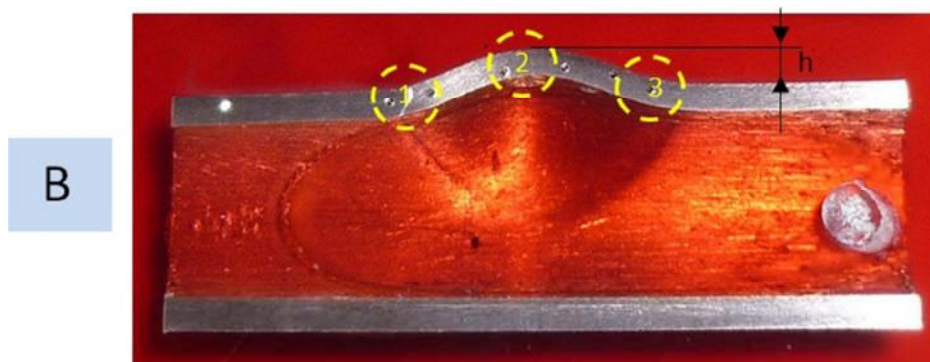
Pada batas daerah deformasi (1) mengalami perubahan bentuk struktur, tidak ditemukan adanya retak atau cacat lainnya. Nilai kekerasan 140,6 HV, menggunakan beban 5 kgf.



Gambar 4.6

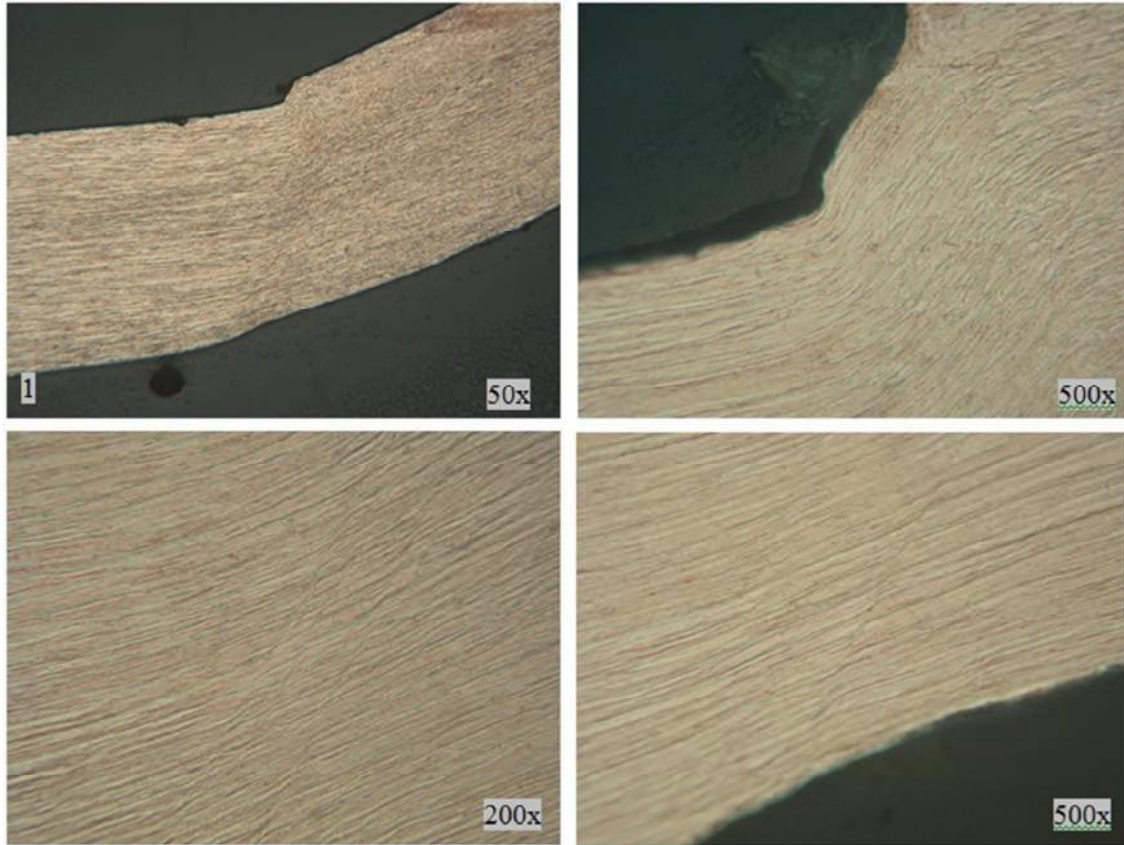
Pada daerah pemeriksaan 2 dan 3, tidak ditemukan adanya retak atau cacat lainnya, kondisi baik. Nilai kekerasan 134 HV.

4.3.2 Strukturmikro Tembaga Sampel B

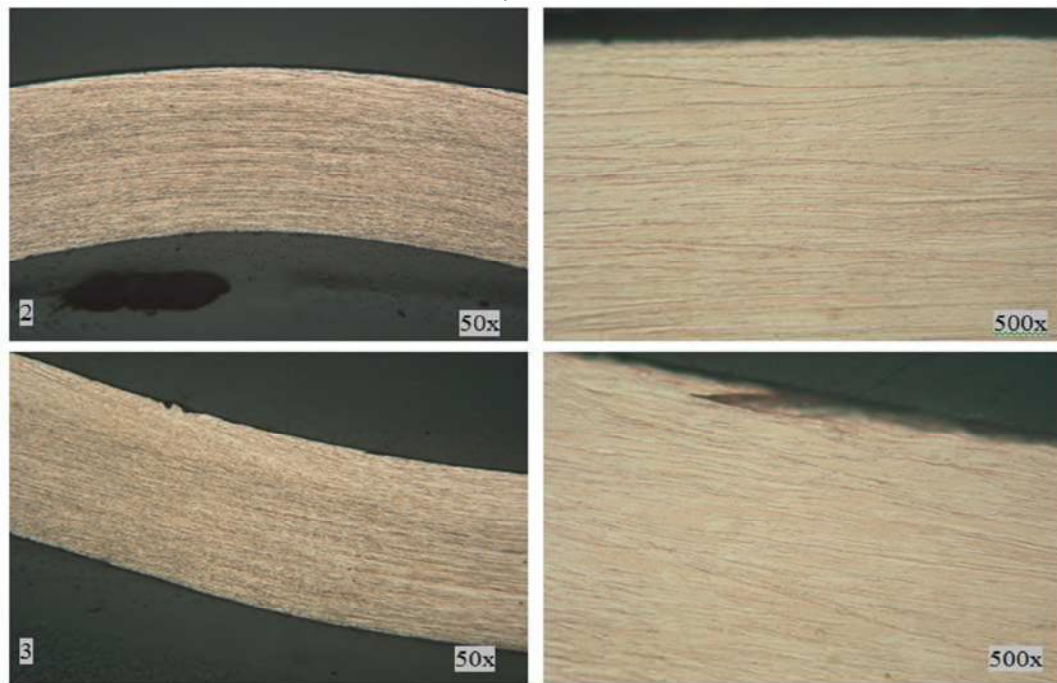


Gambar 4.7

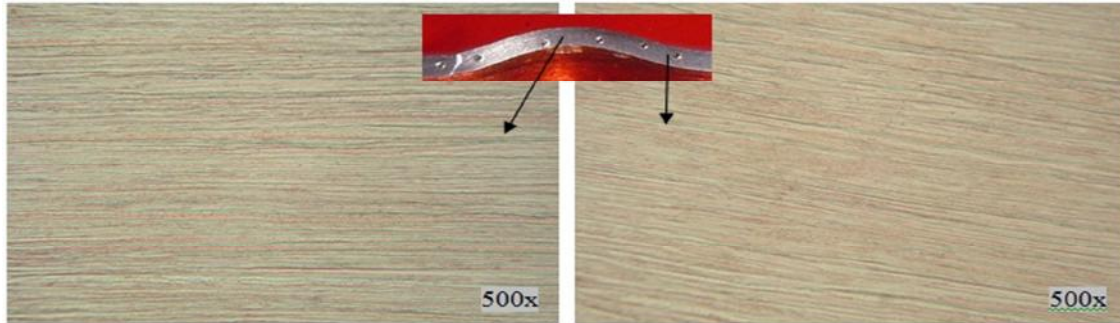
Sampel metalografi B, hasil proses hydroforming dengan beban tekan 10 Ton menghasilkan deformasi/bulding ($h=1,2$ mm). Etsa: K_2CrO_7



Gambar 4.8 Pada batas daerah deformasi (1) mengalami perubahan bentuk struktur, tidak ditemukan adanya retak atau cacat lainnya. Nilai kekerasan 133 HV



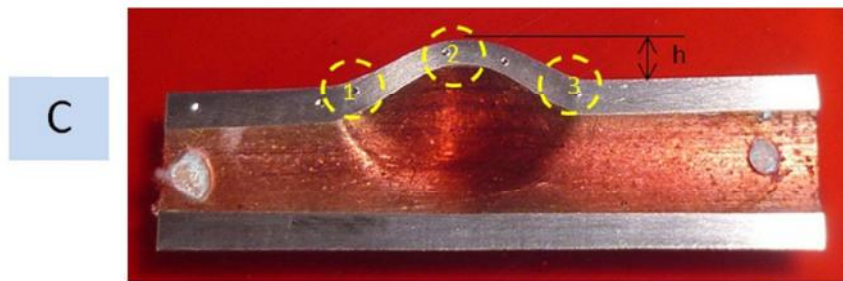
Gambar 4.9A



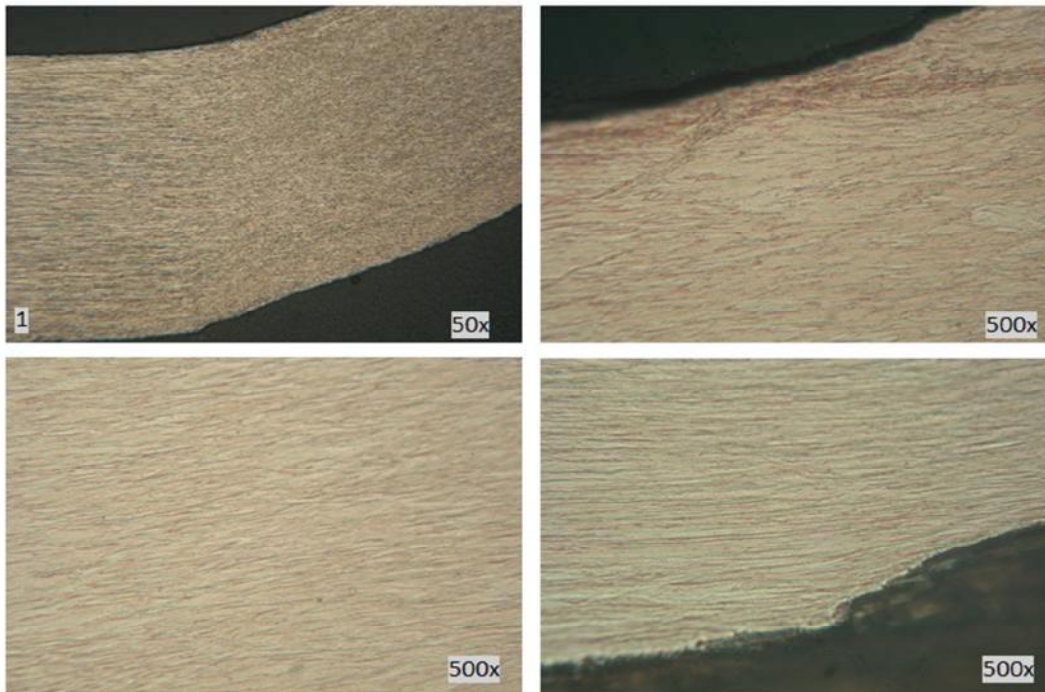
Gambar 4.9B

Dari Gambar 4.9A & 4.9B, pada daerah pemeriksaan 2 dan 3, tidak ditemukan adanya retak atau cacat lainnya, kondisi baik. Nilaikekerasan 136 HV.

4.3.3 Strukturmakro Tembaga Sampel C

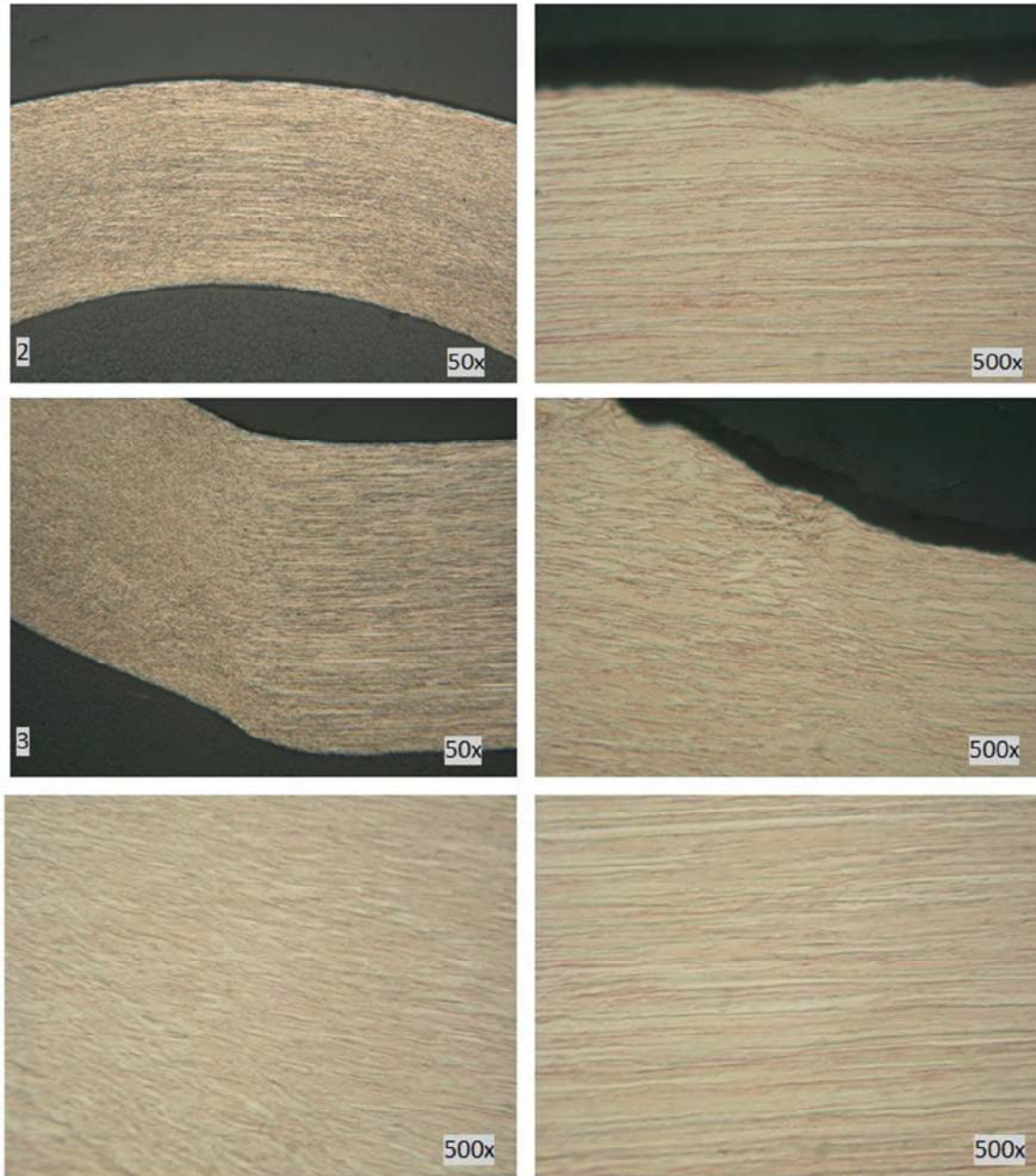


Gambar 4.10 Sampel metalografi C, hasil proses hydroforming dengan beban tekan 10 Ton menghasilkan deformasi/bulding ($h=1,3$ mm). Etsa: K_2CrO_7



Gambar 4.11

Pada batas daerah deformasi (1) mengalami perubahan bentuk struktur, tidak ditemukan adanya retak atau cacat lainnya. Nilai kekerasan 133 HV.

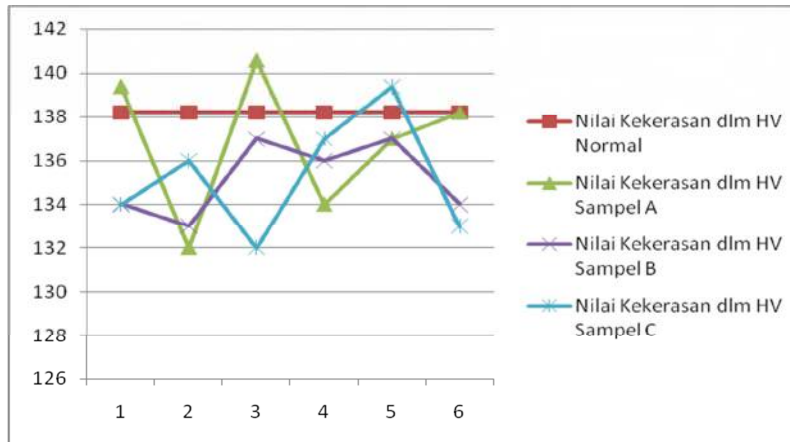


Gambar 4.12

Pada daerah pemeriksaan 2 dan 3, tidak ditemukan adanya retak atau cacat lainnya, kondisi baik. Nilai kekerasan 134 HV s/d 139,4 HV.

Tabel 4.1 Tabel Hasil Uji Kekerasan Pipa Tembaga (Cu 848000)

No.	Nilai Kekerasan dlm HV			
	Normal	Sampel A	Sampel B	Sampel C
1	138,2	139,4	134,0	134,0
2	138,2	132,0	133,0	136,0
3	---	140,6	137,0	132,0
4	---	134,0	136,0	137,0
5	---	137,0	137,0	139,4
6	---	138,2	134,0	133,0

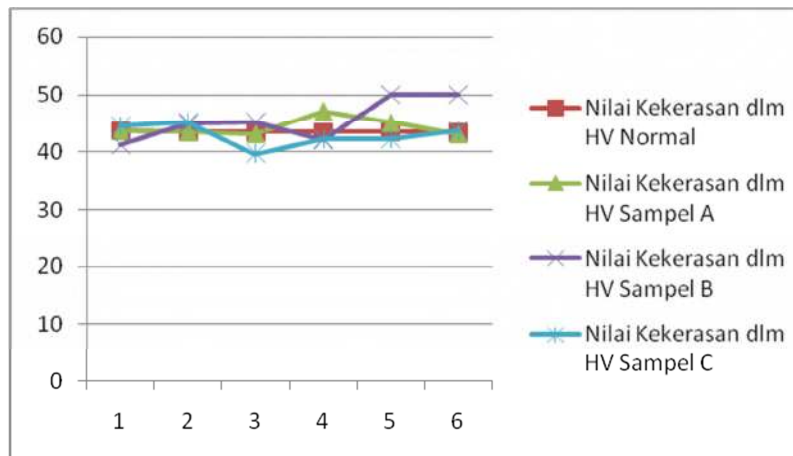


Gambar 4.1 Grafik Hasil Uji Kekerasan Pipa Tembaga (Cu 848000)

4.6.2 Hardness Vickers Aluminium hasil Hydroforming

Gambar 4.2 Tabel Hasil Uji Kekerasan Pipa Aluminium (Al 6063)

No.	Nilai Kekerasan dlm HV			
	Normal	Sampel A	Sampel B	Sampel C
1	43,6	43,6	41,1	44,4
2	43,4	43,4	44,9	45,1
3	---	43,1	45,1	39,6
4	---	47,0	42,0	42,2
5	---	45,0	50,0	42,2
6	---	43,0	50,0	43,6



Gambar 4.2 Grafik Hasil Uji Kekerasan Pipa Aluminium (Al 6063)

Berdasarkan hasil penelitian pembentukan *Tube Hydroforming* (THF) dengan menggunakan tembaga paduan seri C84800 dan aluminium 6063 pada penekanan kapasitas beban hidrolis yang digunakan 10 sehingga menghasilkan sebuah tonjolan. Maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kekuatan mekanik pada pipa tembaga Cu C84800 dan Aluminium 6063 mempunyai keuletan yang baik, dilihat dari struktur mikro hasil proses hydroforming proeutetik α (Cu-Zn) dan fasa β pada tembaga dan fasa Al- α pada aluminium.

2. a. Struktu mikro Tembaga Cu C84800 berupa fasa proektetik α (Cu-Zn) dan fasa β (kuningan), tidak terlihat adanya retak atau cacat. b. Struktu mikro Aluminium 6063 berupa fasa utamanya Al- α berbentuk globular dikelilingi partikel-partikel Mg₂Si, tidak terlihat adanya retak atau cacat.
3. a. Dari hasil uji kekerasan menggunakan Hardness Vickers, Sampel Tembaga Cu C84800 sampel B mempunyai nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan sampel lainnya. b. Dari hasil uji kekerasan menggunakan Hardness Vickers, Sampel Aluminium 6063 sampel A mempunyai nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan sampel lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Davis, J.R., *Aluminium and Aluminium Alloy*, Ohio,: ASM International 1994.
- [2] Surdia, T. dan Saito, S., *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta,:Pradnya Paramita 1995.
- [3] Al-Kautsar, Fahmi., *Hydroforming Pipes Al Alloy 6063 With Diameter 8 Mm, Teknik Mesin, Universitas Gunadarma, 2010*
- [4] Yuan, Shijian. Zhubin He and Gang Liu. 2012 “*New Developments of Hydroforming in China*” *Materials Transactions*, Vol. 53, No. 5 (2012) pp. 787 to 795 Special Issue on Advanced Tube Hydroforming Technology for Lightweight Components©2012 The Japan Institute of Metals
- [4] http://www.graebtec.com/Tube_Hydroforming.htm,(Februari 2008)
- [5] <http://www.galcoaluminium.com/chemical.html> (Maret 2009)
- [6] <http://cngaluminium.en.made-inchina.com/product/fqbESHxOhDkL/China-Aluminum-Tube-luminiumAlloy-Pipe.html> (Juni 2008)
- [7] <http://labolan.es/categorias.php?idarea=17&p=201&lang=en> (Januari 2010)