**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Kajian Pustaka**

Pengaruh variasi suhu tuang terhadap kekerasan dan struktur mikro pada hasil *remelting* aluminium dengan cetakan logam. Bahan yang digunakan aluminium bekas tromol supra x. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada pengecoran aluminium tromol belakang supra X dengan Suhu tuang pengecoran yang paling optimal untuk menghasilkan kualitas pengecoran yang terbaik terhadap struktur mikro pada hasil remelting aluminium tromol Supra X dengan cetakan logam adalah pada suhu tuang 700°C. Hal ini dapat ditunjukkan pada hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pada pengamatan struktur mikro pada aluminium coran dengan suhu tuang pengecoran 700°C terlihat butiran Al-Si yang berbentuk panjang seperti jarum yang berwarna gelap tersebar merata dipermukaan aluminium, butiran Al-Si yang tersebar merata di permukaan aluminium ini menandakan mempunyai nilai kekerasan yang tinggi.

 Suhu tuang pengecoran yang paling optimal untuk menghasilkan kualitas pengecoran yang terbaik terhadap kekerasan pada hasil remelting aluminium tromol Supra X dengan cetakan logam adalah pada suhu tuang 700°C. Hal ini dapat ditunjukkan pada hasil penelitian yang menunjukkan pada suhu tuang pengecoran 700°C diperoleh rata-rata kekerasan sebesar 86,17 HBN, pada suhu tuang pengecoran 725°C diperoleh rata-rata kekerasan sebesar 84,57 HBN, pada suhu tuang pengecoran 750°C diperoleh rata-rata kekerasan sebesar 83,03 HBN, dan pada aluminium tromol belakang supra X yang tidak mengalami pengecoran diperoleh kekerasan sebesar 90,36 HB.(suharno,2013).

Pada pengecoran aluminium yang dilakukan oleh Zubaidi, dkk pada tahun 2017 pengaruh variasi temperature tuang terhadap struktur mikro pada pengecoran aluminium. Bahan yang digunakan dalam ini berupa paduan aluminium dari sekrap aluminium .Berdasarkan hasil penelitian struktur mikro yang terbentuk dari logam paduan aluminium coran secara umum memiliki bentuk struktur mikro berupa struktur dendrite.

Pengaruh variasi suhu tuang pada pengecoran daur ulang Al-Si terhadap struktur mikro dan kekerasan dengan pola *Lost Foam.* Bahan utama penelitian ini adalah aluminium dari velg bekas sepeda motor dengan bahan penambah silicon. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat kesimpulan bahwa semakin tinggi temperatur tung pada pengecoran daur ulang Al-Si, maka semakin mengecil matrik Al-Si-nya, serta semakin turun nilai kekerasannya (Wijoyo,2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Choirul Aprilian pada tahun 2018. Optimalisasi temperature tuang terhadap kekerasan paduan Al-Si dengan menggunakan cetakan logam. Proses pengecoran dilakukan pada bahan dasar paduan Al-Si Dari penelitian optimalisasi temperatur tuang terhadap kekerasan paduan Al-Si dengan menggunakan cetakan logam ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: • Nilai kekerasan hasil pengecoran pada temperatur penuangan 680°C, 705°C, 730°C, 755°C, dan 780°C berturut-turut sebesar 104.57 HV, 105.20 HV, 106.73 HV, 111.46 HV, dan 113.60 HV. Jadi dengan meningkatnya temperatur saat logam cair dituang ke dalam cetakan maka nilai kekerasannya juga semakin meningkat.

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Sumpena pada tahun 2018. Pengaruh variasi temperatur tuang pengecoran produk pulley terhadap kekerasan dan metalografi. berbahan baku aluminium bekas. Dari limbah sparepart sepeda motor. Pengaruh temperatur tuang terhadap kekerasan adalah kekerasan tertinggi diperoleh pada penuangan 700oC dengan nilai kekerasan 77,05 BHN sedangkan nilai kekerasan terendah diperoleh pada penuangan 670oC dengan nilai kekerasan 64,02 BHN dan Pengaruh temperatur tuang terhadap struktur mikro adalah penuangan 700oC terjadi penyebaran unsur Fe, Si dan Mg secara merata, sedangkan penuangan pada temperatur 670oC dan 730oC mempunyai karakteristik hampir sama yaitu unsure Fe dan Si bersenyawa sedangkan unsur Al dan Mg bersenyawa secara terpisah.

Pengaruh variasi temperature peleburan pada pengecoran limbah logam aluminium terhadap kekerasan. Limbah logam yang digunakan dalam pengujian berupa limbah kaleng minuman ringan seperti: cola-cola, fanta dan sprite. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, variasi temperatur peleburan aluminium mempunyai pengaruh terhadap nilai kekerasan aluminium. Hal ini dibuktikan dari data pengujian yang didapat dengan nilai kekerasan aluminium tertinggi ada pada hasil temperatur peleburan sebesar 660°C dengan nilai kekerasan mencapai 112.9 HRB, sedangkan nilai kekerasan terendah ada pada hasil aluminium dengan temperatur peleburan 740°C dengan nilai kekerasan mencapai 98,9 HRB.menurut penelitian oleh Erlangga Aji Dinata pada tahun 2018.

**2.2 Landasan Teori**

**2.2.1 Aluminium**

Aluminium merupakan logam yang lunak dengan tampilan yang menarik, ringan, tahan korosi, mempunyai daya hantar panas dan daya hantar listrik yang relatif tinggi, dan mudah dibentuk.

Table 2.1, menunjukan sifat fisik aluminium

|  |  |
| --- | --- |
| Nama, Simbol, dan Nomor | Aluminium, Al, 13 |
| Wujud | Padat |
| Massa jenis | 2,70 gram/cm3 |
| Massa jenis pada wujud cair | 2,375 gram/cm3 |
| Titik lebur | 933,47 K, 660,32 oC, 1220,58oF |
| Titik didih | 2792 K, 2519 oC, 4566 oF |
| Kalor jenis (25 oC) | 24,2 J/mol K |
| Resistansi listrik (20 oC) | 28.2 nΩ m |
| Konduktivitas termal (300 K) | 237 W/m K |
| Pemuaian termal (25 oC) | 23.1 µm/m K |
| Modulus Young | 70 Gpa |
| Modulus geser | 26 Gpa |
| Regangan | 2- 24%. |
| Kekuatan Tarik | 8-18 daN/mm2 |
| Poisson ratio | 0,35 |
| Kekerasan skala Mohs | 2,75 |
| Kekerasan skala Vickers | 167 Mpa |
| Kekerasan skala Brinnel | 245 Mpa |

Tabel 2.2. Klasifikasi paduan aluminium tempaan.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Standar AA | Standar Alcoa | Keterangan |
|  | terdahulu |  |
|  |  |  |
| 1001 | 1S | Al murni 99,5% atau diatasnya |
| 1100 | 2S | Al murni 99,0% atau diatasnya |
| 2010-2029 | 10S-29S | Cu merupakan unsur paduan utama |
| 3003-3009 | 3S-9S | Mn merupakan unsur paduan utama |
| 4030-4039 | 30S-39S | Si merupakan unsur paduan utama |
| 5050-5086 | 50S-69S | Mg merupakan unsur paduan utama |
| 6061-6069 |  | Mg2Si merupakan unsur paduan utama |
| 7070-7079 | 70S-79S | Zn merupakan unsur paduan utama |
|  |  |  |

 Aluminium sering terdapat diatas bumi dalam bentuk senyawa kimia, namun di alam tidak ditemukan aluminium dalam keadaan murni. Bahan dasar terpenting untuk pembuatan aluminium adalah bauxite, yang merupakan kerumunan mineral (tanah tawas, oksid aluminium) dengan imbuhan oksid besi dan asam silikat. Bauxite mengandung 55-65% tanahtawas, 2-28% besi, 12-30% air dan 1- 8% asam silikat. Warna bauxite bergantung pada imbuhan (putih, merah, kuning dan lain-lain). Tempat temuan bauxite utama di Eropa ada di Perancis, Italia, negara-negara Balkan, Rusia dan Hongaria, Afrika, Amerika, Asia dan Australia juga terdapat banyak sumber bauxite (Schönmetz & Gruber, 2013).

Penggunaan alumunium sering kita dapati dalam bentuk paduan. Hal ini dikarenakan memadukan dengan unsur lain, akan diperoleh sifat-sifat mekanik yang lebih baik. Logam paduan alumunium secara umum dapat diklasifikasikan dalam tiga cara. Cara pertama, berdasarkan diklasifikasikan atas paduan alumunium cor dan tempa. Kedua, berdasarkan perlakuan panasnya diklasifikasikan atas paduan yang dapat diperlakukan panas (heat tretable alloy) dan yang tidak dapat diperlakupanaskan (not heat treatable alloy). Dan yang ketiga berdasarkan unsur-unsur dikandungnya diklasifikasikan atas beberapa nomor seri.

Adanya penambahan satu atau beberapa unsur lain dapat merubah dan memperbaiki sifat alumunium. Besi membuat alumunium keras dan getas, timah hitam membuatnya bergelembung tetapi memudahkan pengerjaan, tembaga meninggikan kekerasan, magnesium memperbaiki kekuatan dan kemudahan pengerjaan, alumunium dan titanium ketahanan terhadap air laut dan mangan meninggikan kekuatan dan anti karat. Elemen tersebut menunjukan kelarutan yang baik pada temperature tinggi, tapi kelarutan ang rendah pada temperetur kamar.

1. Paduan Al – Si



Gambar 2.1. Diagram Fasa Al-Si

(Sumber: Sidney, H.A., 1974)

Kelarutan maksimum silicon pada larutan padat adalah 1.65% pada temperatur eutektik 1071 °F. Fasa alpha ( ) adalah fasa padat dimana larutan atom-atom silicon (Si) larut didalam larutan Al. Fasa beta ( ) adalah larutan padat yang kaya kandungan Si, garis solvus menunjukan kelarutan yang rendah pada temperature yang rendah, secara umum paduan ini tidak bias mendapat perlakuan panas. Paduan Al-Si memiliki mampu cor yang baik, ketahanan korosi yang baik. Paduan ini cocok untuk membuat piston mobil.

1. Paduan Al – Cu



Gambar 2.2. Diagram Fasa Al-Cu

(Sumber: Sidney, H.A., 1974)

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 ( ) adalah fase menengah paduan yang komposisinya mendekati senyawa CuAl2, perlakuan kelarutan dilakukan dengan memenaskan paduan pada

daerah fase tunggal, kappa (K) yang diikuti dengan pendinginan secara cepat. Penuaan selanjutnya baik alami maupun buatan akan mengakibatkan presipitasi pada fase ( ) sehingga memperkuat paduan tersebut. Paduan ini mungkin mengandung sejumlah kecil silicon, besi, magnesium, mangan serta seng.

1. Paduan Al – Zn



Gambar 2.3. Diagram fasa Al-Zn

(Sumber: Sidney, H.A., 1974)

Kelarutan Zn pada aluminium adalah 31,6% pada suhu 257 oC, akantetapi turun menjadi 5,6% pada 257 oF. Paduan alumunium tempa komersil mengandung Zn, Mg, dan Cu dengan sejumlah kecil penambahan Mg dan Cr. Sedangkan paduan Al – Zn cor dikenal sebagai 40E, mengandung 5,5 % Zn, 0,6% Mg,0,5% Cr, dan 0,2% Ti, memberikan sifat-sifat mekanik perlakuan kelarutan.

1. Paduan Al – Mg

Garis solvus menunjukan penurunan yang sangat tajam pada kelarutan magnesium dengan penurunan temperature, kebanyakan paduan alumunium tempa pada kelompok ini mengandung magnesium kurang dari 5% dan juga kandungan slikon yang rendah, karakteristik paduan ini ialah mampu las yang baik dan ketahanan korosi yang tinggi.



Gambar 2.4. Diagram Fasa Al-Mg

(Sumber: Sidney, H.A., 1974)

1. Paduan Al-Si-Mg

Paduan dalam system ini mempunyai kekuatan kurang sebagai bahan tempaan dibandingkan dengan paduan-paduan lainnya, tetapi sangat liat, sangat baik mampu bentuknya untuk penempaan dan sangat baik untuk mampu bentuk yang tinggi. Mempunyai mampu bentuk yang baik pada ekstruksi dan tahan korosi, dan sebagai tambahan dapat diperkuat dengan perlakuan panas setelah pengerjaan. Karena paduan ini mempunyai kekuatan yang cukup baik tanpa mengurai hantaran listrik maka dipergunakan untuk kabel tenaga.



Gambar 2.5. Diagram Fasa Al-Si-Mg

(Sumber: Sidney, H.A., 1974)

1. Paduan Al-Mg-Zn

Paduan ini kelarutanna menurun apabila temperature turun, paduan system ini dapat dibuat keras sekali dengan penuaan setelah perlakuan pelarutan, tetapi sejak lama tidak dipakai karena memiliki sifat patah getas dan retakan korosi tegangan. Di Jepang, pada pemulaan tahun 1940, Igarashi dkk mengadakan penelitian dan berhasil dalam pengembangan suatu paduan dengan penambahan kira-kira 0,3% Mn atau Cr, dimana butir kristal padat diperhalus dan mengubah bentuk presipitasi serta retakan korosi tegangan tidak terjadi. Paduan ini mempunyai kekuatan tertinggi dibandungkan paduan-paduan lainna. Penggunaan paduan ini yang paling besar adalah untuk bahan konstruksi pesawat udara.



Gambar 2.6. Diagram Fasa Al-Mg-Zn

(Sumber: Sidney, H.A., 1974)

1. Paduan Al-Si-Cu

Paduan alumunium-silisium–tembaga dibuat dengan menambah 4,5% silisium pada paduan alumunium tembaga untuk memperbaiki mampu cornya, paduan ini disebut “lautal”, adalah salah satu dari paduan alumunium terutama. Paduan ini dipakai untuk bagian dari motor dan mobil, meteran dan rangka utama dari katup. Seperti gambar di bawah ini terlihat bagian putih adalah aluminium proetektik dan bagian hitam yang berbentuk seperti jarum adalah CuAl2.

1. Paduan Al-Mn

Mangan (Mn) merupakan unsure yang memperkuat ketahanan korosi pada paduan alumunium. Kelarutan maksimum mangan pada kelarutan padat adalah 1,82% pada temperature eutektik 1216 oF, kelarutan berkurang dengan adanya penurunan temperature, secara umum paduan pada kelompok ini tidak bisa mengalami pengerasan penuaan. Dikarenakan keterbatasan kelarutan mengan tidak dipergunakan sebagai elemen paduan utama pada paduan-paduan coran hanya dipergunakan pada beberapa paduan tempa.



Gambar 2.7. Diagram Fasa Al-Mn

(Sumber: Sidney, H.A., 1974)

Pengaruh unsur-unsur paduan antara lain :

1. Tembaga (Cu)

Meningkatkan sekitar 12% kekuatan, konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan kerapuhan, meningkatkan sifat mampu mesin, mempunyai kemampuan untuk pengerasan.

1. Magnesium (Mg)

Meningkatkan kekuatan dengan penguatan larutan padat (*solid solution strengthening*) dan dengan paduan sekitar 3% (jika 0,5% silicon ditambahkan) akan terjadi pengerasan presipitasi.

1. Mangan (Mn)

Bila penggunaannya dikombinasikan dengan besi dapat untuk meningkatkan mampu cor, mengurangi penyusutan dari efek pada sifat mekanik ialah meningkatkan keliatan (*ductility*) dan meningkatkan kekuatan impact.

1. Silisium (Si)

Meningkatkan keadaan cair (fluiditas) dalam pengecoran dan pengelasan paduan, mengurangi soliditas dan kecenderungan retak panas, penambahan melebihi 13% membuat paduan secara tiba-tiba menjadi sulit mengalami proses permesinan, meningkatkan ketahanan korosi.

1. Seng (Zn)

Mampu cornya rendah, paduan seng tinggi mudah atau cenderung untuk retak pada saat panas (hot cracking) dan penyusutan yang tinggi, dengan persentase 10% cenderung memproduksi tegangan retak korosi (stress corrosion cracking), kombinasi seng dengan elemen lain menaikan kekuatan dengan sangat tinggi.

1. Besi (Fe)

Prosentase yang sedikit dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasan pada beberapa paduan, mengurangi retak pada saat panas ketika pengecoran.

1. Chromium (Cr)

Meningkatkan konduktivitas pada beberapa paduan dan pada konsentrasi kecil (<0,35%) dapat bertindak seperti butir penghalus.

1. Titanium (Ti)

Dalam keadaan alamiah dapat mengotori bijih alumunium, tetapi titanium ditambahkan pada beberapa paduan sebagai butir penghalus.

1. Bismuth (Bi)

Ditambahkan pada beberapa paduan untuk meningkatkan sifat mampu mesin. Paduan alumunium memiliki cirri-ciri khas yaitu ringan dan kekuatan tinggi, kekurangannya adalah kedap udara buruk dan perlakuan permukaan kasar.

Peleburan aluminium termasuk dalam logam nonferrous yang mudah untuk dilebur. Pada saat proses peleburan diperlukan adanya pengaturan temperatur peleburan untuk mengatur konsumsi bahan bakar dan juga akan menghasilkan sifat mekanis yang dinginkan pada logam, selain memiliki sifat yang ringan dan tahan terhadap korosi (Masyrukan, 2010).

Temperatur tuang mempengaruhi pembentukan struktur mikro yang berpengaruh terhadap nilai kekerasan, peningkatan temperatur tuang akan mengurangi nilai kekerasan dengan terbentuknya silikon primer. Kekerasan bahan Al-Si7,79% hasil pengecoran HPDC berkurang dengan meningkatnya temperatur tuang. Temperatur tuang yang tinggi menyebabkan bertambahnya waktu pembekuan dan daerah tumbuh fasa silikon sehingga pemisahan terjadi secara sempurna fasa silikon berubah dari serpihan menjadi globular dan silikon primer kecil menjadi silikon primer besar (Drihandono S dan Eko B, 2016).

variasi temperatur peleburan aluminium merupakan salah satu variabel dari sekian banyak variabel yang terdapat pada proses pengecoran limbah logam aluminium. Variabel ini dianggap penting karena sangat mempengaruhi pada sifat hasil cetakan dan juga pada kualitas cetakan jika temperatur peleburan terlalu tinggi bahan bakar juga akan banyak yang terbuang dan juga akan mempengaruhi sifat mekanis pada hasil cetakannya.

**2.2.2 Pengecoran**

Proses pengecoran logam merupakan proses pembuatan produk yang diawali dengan mencairkan logam ke dalam tungku peleburan kemudian dituangkan ke dalam cetakan hingga logam cair tersebut membeku dan kemudian dipindahkan dari cetakan. Industri peleburan kini sudah banyak berkembang, dari peleburan logam sampai non logam,

Pengecoran merupakan proses tertua yang dikenal manusia dalam pembuatan benda logam. Proses pengecoran dengan menggunakan pasir cetak meliputi : pembuatan cetakan, persiapan dan peleburan logam, penuangan logam cair kedalam cetakan, pembersihan coran dan proses daur ulang pasir cetakan. Berikut ini adalah proses pengecoran pada aluminium tuang :

a. Pembuatan Pola

Pola merupakan bagian yang penting dalam proses pembuatan benda cor, karena itu pulalah yang akan menentukan bentuk dan ukuran dari benda cor. Pola yang digunakan untuk benda cor biasanya terbuat dari kayu, resin, lilin dan logam. Kayu dapat dipakai untuk membuat pola karena bahan tersebut harganya murah dan mudah dibuat dibandingkan pola logam. Oleh karena itu pola kayu umumnya dipakai untuk cetakan pasir. Biasanya kayu yang dipakai adalah kayu seru, kayu aras, kayu mahoni, kayu jati dan lain-lain (Surdia, 1982:62).

b. Pembuatan Inti

Menurut (Surdia, 1982: 104) mengatakan bahwa inti adalah suatu bentuk dari pasir yang dipasang pada rongga cetakan, fungsi dari inti adalah untuk mencegah pengisian logam pada bagian-bagian yang berbentuk lubang atau rongga suatu coran. Inti harus memiliki kekuatan yang memadai dan juga mempunyai polaritas (Amstead, 1990:99). Disamping itu inti harus mempunyai permukaan yang halus dan tahan panas. Inti yang mudah pecah harus diperkuat dengan kawat, selain itu harus dicegah kemungkinan terapungnya inti dalam logam cair.

c. Pembuatan Cetakan

Cetakan berfungsi untuk menampung logam cair yang akan menghasilkan benda cor. Macam-macam cetakan adalah :

1. Cetakan pasir

Cetakan dibuat dengan jalan memadatkan pasir, pasir yang akan digunakan adalah pasir alam atau pasir buatan yang mengandung tanah lempeng. Pasir ini biasanya dicampur pengikat khusus, seperti air, kaca, semen, resin ferol, minyak pengering. Bahan tersebut akan memperkuat dan mempermudah operasi pembuatan cetakan (Surdia: 1982: 3).

1. Cetakan logam

Cetakan ini dibuat dengan menggunakan bahan yang terbuat dari logam. Cetakan jenis logam biasanya dipakai untuk industri-industri besar yang jumlah produksinya sangat banyak, sehingga sekali membuat cetakan dapat dipakai untuk selamanya. Cetakan logam harus terbuat dari bahan yang lebih baik dan lebih kuat dari logam coran, karena dengan adanya bahan yang lebih kuat maka cetakan tidak akan terkikis oleh logam coran yang akan di tuang.

1. Peleburan (pencairan logam)

Untuk mencairkan bahan coran diperlukan alat yang namanya dapur pemanas. Dalam proses peleburan bahan coran ada dua dapur pemanas yang digunakan yaitu dengan menggunakan dapur kupola atau dengan menggunakan dapur tanur induksi. Kedua jenis dapur tersebut yang sering.digunakan oleh industri adalah tanur induksi frekuensi rendah karena mempunyai beberapa keuntungan (Surdia, 1982: 145). Keuntungan tersebut adalah mudah mengontrol komposisi yang teratur, kehilangan logam yang sedikit, kemungkinan menggunakan logam yang bermutu rendah, efisiensi tenaga kerja, dapat memperbaiki persyaratan kerja.

1. Penuangan

Menuang adalah memindahkan logam cair dari dapur pemanas ke dalam cetakan dengan bantuan alat yang disebut ladel, kemudian dituangkan ke dalam cetakan. Ladel berbentuk kerucut dan biasanya terbuat dari plat baja yang terlapisi oleh batu tahan api. Saat penuangan diusahakan sedekat mungkin dengan dapur sehingga dapat menghindari logam coran yang membeku sebelum sampai ke cetakan yang diinginkan.

1. Membongkar dan Membersihkan Coran

Pada prinsipnya pembongkaran hasil pengecoran logam dari cetakan dilakukan secara langsung atau mekanis. Setelah benda cetakan membeku atau dingin sampai temperatur rendah., cetakan dibongkar, tempat pembongkaran harus memiliki sarana ventilasi udara yang baik.

g. Pemeriksaan Coran

Pada proses pengecoran pemeriksaan hasil coran mempunyai tujuan yang memelihara kualitas dan penyempurnaan teknik. Dari pemeriksaan maka akan diketahui kekurangan suatu proses yang telah dilakukan, dimana adanya kekurangan tersebut akan meningkatkan hasil yang berkualiatas.

Untuk mendapatkan sifat aluminium yang baru biasa dilakukan dengan jalan menambahkan unsur-unsur paduan kedalam aluminium murni. Namun ada juga yang melakukan penggabungan beberapa paduan aluminium dengan jalan pengecoran (penuangan) untuk memperoleh sifat mekanis bahan yang lebih baik.

**2.2.3 Sifat-sifat Bahan**

a. Komposisi

Uji komposisi merupakan pengujian yang berfungsi untuk mengetahui seberapa besar atau seberapa banyak jumlah suatu kandungan yang terdapat pada suatu logam, baik logam ferro maupun logam non ferro. Uji komposisi biasanya dilakukan ditempat pabrik-pabrik atau perusahaan logam yang jumlah produksinya besar, ataupun juga terdapat di Instititut pendidikan yang khusus mempelajari tentang logam.

Proses pengujian komposisi berlangsung dengan pembakaran bahan menggunakan elektroda dimana terjadi suhu rekristalisasi, dari suhu rekristalisasi terjadi penguraian unsur yang masing-masing beda warnanya. Penentuan kadar berdasar sensor perbedaan warna. Proses pembakaran elektroda ini tidak lebih dari tiga detik. Pengujian komposisi dapat dilakukan untuk menentukan jenis bahan yang digunakan dengan melihat persentase unsur yang ada.

b. Kekerasan

Pengujian kekerasan adalah satu pengujian dari sekian banyak pengujian yang dipakai, karena dapat dilaksanakan pada benda uji yang relatif kecil tanpa kesukaran mengenai spesifikasi benda uji. Pengujian yang banyak dipakai adalah dengan cara menekankan penekanan tertentu kepada benda uji dengan beban tertentu dan mengukur bekas hasil penekanan yang terbentuk di atasnya (Surdia, 2000).

Terdapat tiga jenis umum mengenai ukuran kekerasan yang tergantung pada cara melakukan pengujian. Ketiga jenis tersebut adalah kekerasan goresan, kerasan lekukan dan kekerasan pantulan. Akan tetapi pengujian yang sering dilakukan adalah pengujian penekanan. Pada pengujian penekanan terdapat beberapa alat uji yang dapat digunakan, antara lain dengan alat uji Brinell, Vickers dan Rockwell.

Uji kekerasan vickers menggunakan indentor piramida intan yang pada dasarnya berbentuk bujursangkar. Besar sudut antar permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah 136. Nilai ini dipilih karena mendekati sebagian besar nilai perbandingan yang diinginkan antara diameter lekukan dan diameter bola penumbuk pada uji kekerasan brinell (Dieter, 1987).

Pengujian rockwell mirip dengan pengujian brinell, yakni angka kekerasan yang diperoleh merupakan fungsi derajat indentasi. Beban dan indentor yang digunakan bervariasi tergantung pada kondisi pengujian. Berbeda dengan pengujian brinell, indentor dan beban yang digunakan lebih kecil sehingga menghasilkan indentasi yang lebih kecil dan lebih halus. Banyak digunakan di industri karena prosedurnya lebih cepat (Davis, Troxell, dan Wiskocil, 1955). Indentor atau “penetrator” dapat berupa bola baja atau kerucut intan dengan ujung yang agak membulat (biasa disebut “brale”). Diameter bola baja umumnya 1 /16 inchi, tetapi terdapat juga indentor dengan diameter lebih besar, yaitu 1 /8, 1 /4, atau 1 /2 inchi untuk bahan-bahan yang lunak. Pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu memberikan beban minor 10 kg, dan kemudian beban mayor diaplikasikan. Beban mayor biasanya 60 atau 100 kg untuk indentor bola baja dan 150 kg untuk indentor brale. Mesikpun demikian, dapat digunakan beban dan indentor sesuai kondisi pengujian.

Uji kekerasan Brinell dilakukan dengan penekanan sebuah bola yang terbuat dari baja cram yang telah disepuh ke permukaan benda uji tanpa sentakan. Tekanan yang digunakan berupa gaya tekan statis. Bola Brinell mempunyai standart dengan diameter (D) sama dengan 10 mm dengan penyimpangan maksimum saat beban tekan bekerja 0.005 mm. Selain itu masih ada bola lain dengan diameter 0.65 mm, I mm, 1.25 mm, 2 mm, 2.5 mm, dan 5 mm. Pengujian kekerasan harus dilakukan sampai pada batas plastis suatu benda uji, karena bila masih berada pada batas elastis benda uji maka dikhawatirkan bekas pijakan akan kembali lagi, walaupun tidak pada kondisi semula.



Gambar 2.8. Prinsip Uji kekerasan brinell

(Sumber: Dieter : 1986)

Tabel 2.3. Nilai kekerasan brinell pada masing-masing beban

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| HB rata-rata |  |  |  | *P* |  |  |  | Bahan |  |
|  |  |  | *D*2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20 – 80 |  |  | 5 |  |  |  |  | Aluminium,Tembaga |  |
| 80 – 160 |  |  | 10 |  |  |  |  | Kuningan, Paduan Cu |  |
| 160 |  |  | 30 |  |  |  |  |  | Baja, Besi cor |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Tabel 2.4. Gaya maksimal masing-masing diameter penetrator

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *φ Penetrator* |  |  | *P* | = 5 |  |  |  | *P* | = 10 |  |  | *P* | = 30 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | D (mm) |  |  | *D*2 |  |  |  | *D*2 |  | *D*2 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Gaya (kg) |  |  |  |
|  | 2,5 |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | 31,25 |  | 62,5 |  |  | 187,5 |
|  | 5 |  |  | 125 |  | 250 |  |  | 750 |
|  | 10 |  |  | 500 |  | 1000 |  |  | 300 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Untuk mengetahui besarnya nilai kekerasan *Brinell*, maka digunakan rumus sebagai berikut :

$$HB= \frac{gaya pada penetrator}{luas penampang bekas tekanan} $$

$$HB= \frac{2P}{πD\left(D-\sqrt{\left(D^{2}-d^{2}\right)}\right)} BHN $$

Dimana :

HB = Harga kekerasan Brinell (BHN)

P = Gaya pada penetrator (kg)

D= Diameeter identor (mm)

d= Diameter bekas injakan (mm)

c. Struktur Mikro

Struktur mikro adalah struktur terkecil yang terdapat dalam suatu bahan yang keberadaannya tidak dapat di lihat dengan mata telanjang, tetapi harus menggunakan alat pengamat struktur mikro diantaranya; mikroskop cahaya,

mikroskop electron, mikroskop field ion, mikroskop field emission dan mikroskop sinar-X. Penelitian ini menggunakan mikroskop cahaya, adapun manfaat dari pengamatan struktur mikro ini adalah:

1. Mempelajari hubungan antara sifat bahan dengan struktur dan cacat pada bahan.

2. Memperkirakan sifat bahan jika hubungan tersebut sudah diketahui..

Metalografi adalah suatu teknik atau metode persiapan material untuk mengukur, baik secara kuantitatif maupun kualitatif dari informasi-informasi yang terdapat dalam material yang dapat diamati, seperti fasa, butir, komposisi kimia, orientasi butir, jarak atom, dislokasi, topografi dan sebagainya.Pada metalografi, secara umum yang akan di amati adalah dua hal yaitu :

1. Struktur makro adalah struktur dari logam yang terlihat secara makro pada permukaan yang dietsa dari spesimen yang telah dipoles.
2. struktur mikro adalah struktur dari sebuah permukaan logam yang telah disiapkan secara khusus yang terlihat dengan menggunakan perbesaran minimum 25x.

Langkah-Langkah Metalografi

 Adapun secara garis besar langkah-langkah yang harus dilakukan pada metalografi adalah :

1. Pemotongan (Sectioning)

Proses Pemotongan merupakan pemindahan material dari sampel yang besar menjadi spesimen dengan ukuran yang kecil. Pemotongan yang salah akan mengakibatkan struktur mikro yang tidak sebenarnya karena telah mengalami perubahan.

Kerusakan pada material pada saaat proses pemotongan tergantung pada material yang dipotong, alat yang digunakan untuk memotong, kecepatan potong dan kecepatan makan. Pada beberapa spesimen, kerusakan yang ditimbulkan tidak terlalu banyak dan dapat dibuang pada saat pengamplasan dan pemolesan.

1. Pembingkaian (Mounting)

Pembingkaian seringkali diperlukan pada persiapan spesimen metalografi, meskipun pada beberapa spesimen dengan ukuran yang agak besar. Akan tetapi untuk bentuk yang kecil atau tidak beraturan sebaiknya dibingkai untuk memudahkan memegang spesimen pada proses pngamplasan dan pemolesan.

Sebelum melakukan pembingkaian, pembersihan spesimen haruslah dilakukan dan dibatasi hanya dengan perlakuan yang sederhana detail yang ingin kita lihat tidak hilang. Sebuah perbedaan akan tampak antara bentuk permukaan fisik dan kimia yang bersih. Kebersihan fisik secara tidak langsung bebas dari kotoran padat, minyak pelumas dan kotoran lainnya, sedangkan kebersihan kimia bebas dari segala macam kontaminasi. Pembersihan ini bertujuan agar hasil pembingkaian tidak retak atau pecah akibat pengaruh kotoran yang ada.

Dalam pemilihan material untuk pembingkaian, yang perlu diperhatikan adalah perlindungan dan pemeliharaan terhadap spesimen. Bingkai haruslah memiliki kekerasan yang cukup, meskipun kekerasan bukan merupakan suatu indikasi, dari karakteristik abrasif. Material bingkai juga harus tahan terhadap distorsi fisik yang disebabkan oleh panas selama pengamplasan, selain itu juga harus dapat melkukan penetrasi ke dalam lubang yang kecil dan bentuk permukaan yang tidak beraturan.

1. Pengerindaan, Pengamplasan, dan Pemolesan

Pada proses ini dilakukan penggunaan partikel abrasif tertentu yang berperan sebagai alat pemotongan secara berulang-ulang. Pada beberapa proses, partikel-partikel tersebut dsisatukan sehingga berbentuk blok dimana permukaan yang ditonjolkan adalah permukan kerja. Partikel itu dilengkapi dengan partikel abrasif yang menonjol untuk membentuk titik tajam yang sangat banyak.

Perbedaan antara pengerindaan dan pengamplasan terletak pada batasan kecepatan dari kedua cara tersebut. Pengerindaan adalah proses yang memerlukan pergerakan permukaan abrasif yang cepat, sehingga menyebabkan timbulnya panas pada permukaan spesimen. Sedangkan pengamplasan adalah proses untuk mereduksi suatu permukaan dengan pergerakan permukaan abrasif yang bergerak relatif lambat sehingga panas yang dihasilkan tidak terlalu signifikan.

1. Pengetsaan (Etching)

Pengetsaan dilakukan dalam proses metalografi adalah untuk melihat struktur mikro dari sebuah spesimen dengan menggunakan mikroskop optik. Spesimen yang cocok untuk proses etsa harus mencakup daerah yang dipoles dengan hati-hati, yang bebas dari deformasi plastis karena deformasi plastis akan mengubah struktur mikro dari spesimen tersebut.