

ANALISA STRUKTUR MIKRO PADA BESI TUANG (FC 20) SETELAH DIPADU DENGAN SENG (ZN) DAN TEMBAGA (CU)

Suriansyah¹⁾

ABSTRAK

Ilmu logam merupakan salah satu bidang ilmu yang sangat berkaitan erat dengan ilmu permesinan, karena didalam ilmu logam mempelajari berbagai macam bentuk logam, struktur logam, bahan logam, kekuatan logam dan lain sebagainya yang merupakan faktor pendukung dari keberadaan bidang permesinan itu sendiri, tanpa adanya ilmu logam atau logam itu sendiri kita tidak bisa merancang atau membuat suatu mesin dengan keberadaan mesin yang dibutuhkan. Karena logam adalah material yang relatif banyak dipakai suatu komponen mesin, oleh karena itu tentunya harus diperhatikan sifat-sifat dari material logam tersebut agar dapat diperoleh suatu produk yang berkualitas sesuai dengan yang kita harapkan. Hal ini dimaksudkan agar didapat sifat, kekuatan, kekerasan, yang terjamin dan amat sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan. Salah satu sifat dari logam adalah kekuatan tarik logam itu sendiri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan unsur Seng (Zn) dan Tembaga (Cu) terhadap Struktur Mikro Besi tuang (FC 20). Dengan menganalisa gambar dan data-data perhitungan strukturmikro besi tuang (FC 20) dengan paduan 4,5% seng, 4% tembaga dan 4,5% seng + 4% tembaga dapat diketahui Besi tuang dengan paduan 4,5% Seng mengurangi sifat rapuh dan meningkatkan sifat mampu mesin pada besi tuang. Besi tuang dengan paduan 4% Tembaga mengurangi sifat rapuh dan meningkatkan ketahanan aus dan keuletan pada besi tuang. Besi tuang dengan paduan 4,5% Seng + 4% Tembaga mengurangi sifat rapuh, meningkatkan ketahanan aus, keuletan dan sifat mampu mesin pada besi tuang.

Kata kunci: Jenis Spesimen, Seng (Zn), Tembaga (Cu), Struktur Mikro

PENDAHULUAN

Era globalisasi yang semakin maju menyebabkan kebutuhan manusia semakin meningkat dan semakin beraneka ragam. Dan setiap orang pasti ingin mendapatkan kebutuhan yang sangat efektif dan efisien. Untuk mewujudkannya harus diiringi dengan perkembangan teknologi yang semakin maju atau canggih pula. Salah satunya adalah di bidang mekanikal atau permesinan. Di masa sekarang keberadaan mesin sangat dibutuhkan, karena mesin sangat efektif untuk membantu pekerjaan manusia contohnya di industri-industri. Untuk menjalankan dan meningkatkan produktivitasnya, setiap industri tentunya menginginkan suatu mesin yang tepat guna, efektif, punya efisiensi tinggi dan daya tahannya lebih lama. Dan agar mempunyai karakteristik tersebut, kita harus teliti dalam memilih suatu mesin. Salah satunya adalah material yang digunakan dalam mesin tersebut.

Ilmu logam merupakan salah satu bidang ilmu yang sangat berkaitan erat dengan ilmu permesinan, karena didalam ilmu logam mempelajari berbagai macam bentuk logam, struktur logam, bahan logam, kekuatan logam dan lain sebagainya yang merupakan faktor pendukung dari keberadaan bidang permesinan itu sendiri, tanpa adanya ilmu logam atau logam itu sendiri kita tidak bisa merancang atau membuat suatu mesin dengan keberadaan mesin yang dibutuhkan. Karena logam adalah material yang relatif banyak dipakai suatu komponen mesin, oleh karena itu tentunya harus diperhatikan sifat-sifat dari material logam tersebut agar dapat diperoleh suatu produk yang berkualitas sesuai dengan yang kita harapkan. Hal ini

dimaksudkan agar didapat sifat, kekuatan, kekerasan, yang terjamin dan amat sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan. Salah satu sifat dari logam adalah kekuatan tarik logam itu sendiri.

Struktur Besi tuang

Ferit

Merupakan besi murni dengan struktur kristal berbentuk Body Centered Cubic (BCC) dan sering disebut dengan besi alpha. Struktur ini bersifat lunak dan lemah serta mempunyai sifat yang magnetik dan punya konduktifitas listrik yang tinggi. Dalam struktur biasanya tampak dalam warna yang terang.

Perlit

Merupakan struktur yang berbentuk lapisan dari bentuk lamel ferit dan sementit. Perlit mempunyai sifat ulet dan baik ketahanan ausnya makin baik struktur yang ada dalam perlit maka makin kuat pula kekuatan yang dimilikinya. Penampakkannya dalam bagian yang berwarna terang.

Grafit

Merupakan karbon murni yang terkandung dalam struktur besi tuang. Fase penyusun ini bersifat keras dan meningkatkan sifat mampu mesin yang dimiliki oleh besi tuang. Proporsi dari grafit tergantung pada komposisi kimia yang dimiliki besi tuang. Penampakkannya dalam struktur mikro biasanya bagian yang berwarna hitam.

Jenis dan Penggunaan Besi tuang

Besi tuang banyak digunakan pada industri-industri permesinan, besi tuang juga dibagi menjadi beberapa kelompok, yaitu:

Besi tuang Mutu Rendah

Besi tuang ini mempunyai kekuatan tarik 12-21 Kg/mm², strukturnya terdiri dari ferrit + Grafit atau Perlit + Grafit + Ferrit. Grafitnya berbentuk pipih. Besi tuang ini digunakan untuk bagian-bagian yang berbeban rendah.

Besi tuang Mutu Medium

Besi tuang mutu medium ini dipakai untuk rangka perkakas torak silinder-silinder. Besi tuang ini adalah besi tuang perlitik. Pada pembuatannya ditambahkan ± 10-30% baja bekas yang dilakukan didalam tanur kopula. Besi tuang ini berkadar karbon rendah. Agar besi tuang ini lebih banyak bermanfaat pada bagian-bagian mesin diperlukan lagi bahan tambahan khusus (*ferosilium* atau *kalsium silida*) sebelum besi tuang cair dilakukan penuangan kedalam cetakan. Misalnya untuk pemakaian roda gigi, silinder-silinder, mesin uap, blok rem dan lain-lain.

Besi tuang Mutu Tinggi

Besi tuang ini termasuk besi tuang lint. Grafit terbentuk bulat dan halus. Untuk memperoleh besi tuang ini dalam besi cair dipadukan magnesium, sebanyak 0,3 - 1,2% dari berat besi tuang yang dipadu. Disamping mendorong pembentukan grafit bulat juga menaikkan sifat mampu tuang. Tetapi dengan penambahan magnesium ini bisa mempercepat proses pembekuan. Untuk itu perlu dilakukan pemaduan ganda, yaitu dengan memadukan ferosilium untuk pembentukan grafit.

Besi tuang mutu tinggi mempunyai struktur mikro perlit, ferrit dan grafit bulat (nodular). Ferrit ini menyebabkan besi tuang liat dengan tanpa mengurangi kekuatannya. Sedangkan grafit bulat ini sangat berpengaruh pada peningkatan kekuatan besi tuang.

Peleburan Besi tuang Dalam Kopula

Konstruksi Dapur Kopula

1) Garis Besar Konstruksi

Konstruksi dari Kopula yang umum dibuat dari silinder baja tegak, dilapisi batu tahan api. Bahan logam dan logam di masukkan dari pintu pengisian. Udara dihembuskan melalui tuyere, kokas terbakar dan logam mencair.

2) Penggolongan Daerah Dalam Kopula

Konstruksi kopula mulai dari pintu pengisian sampai dari lubang keluar, dibagi menjadi beberapa daerah seperti disebut dibawah ini. Sesuai dengan keadaan bahan baku dalam kopula.

Daerah pemanasan semula adalah bagian dari pintu pengisian sampai ditempat logam mulai mencair. Selama turun didaerah ini logam mengalami pemanasan mula.

Daerah lebur adalah bagian atas dari alas kokas dimana logam mencair.

Daerah panas lanjut adalah bagian bawah daerah lebur sampai rata tuyere. Logam cair dipanaskan lanjut selama turun melalui daerah ini.

Daerah krus adalah bagian dari tuyere sampai dasar kopula. Logam cair dan sebagian terak ditampung disini.

Selain dari pada itu, bagian kopula dibagi menjadi beberapa daerah oksidasi dan daerah reduksi tergantung dari pada reaksi kokas dan gas. Daerah oksidasi adalah dimulai dari tuyere sampai rata tengah-tengah alas kokas. Dalam daerah ini kokas dioksidasi oleh udara yang ditiupkan melalui tuyere, sedangkan daerah reduksi adalah bagian atas dari daerah oksidasi dimana gas CO₂ yang timbul didaerah oksidasi, direduksi oleh kokas.

3) Kapasitas Peleburan

Kapasitas peleburan dari kopula dinyatakan oleh peleburan dalam ton perjam. Kapasitas peleburan berubah menurut volume udara tiup, perbandingan besi pada kokas dan syarat-syarat peleburan lainnya, walaupun diameter kopula sama.

4) Tinggi Efektif

Tinggi efektif dari kopula adalah tinggi dari pertengahan tuyere sampai bawah pintu pengisian. Didalam ini logam dipanaskan mula, karena itu kopula yang panjang akan efektif untuk pemindahan panas, tetapi kopula yang panjang akan mempunyai tahanan yang besar terhadap aliran gas, jadi melibatkan resiko terjadinya penghancuran kokas. Sehingga tinggi efektif kopula yang standar biasanya empat sampai lima kali diameter dalam kopula diukur pada ketinggian tuyere.

5) Daerah Krus

Daerah krus adalah daerah dari bagian tuyere sampai dasar kopula. Daerah krus memakai perapian muka dibuat dangkal, sebab tidak perlu menyimpan logam cair didalamnya. Tetapi tanpa perapian muka daerah krus dibuat dalam. Biasanya daerah krus dibuat demikian sehingga dua atau tiga pengisian dapat ditampung dalam daerah krus tersebut.

6) Lubang Cerat dan Lubang Terak

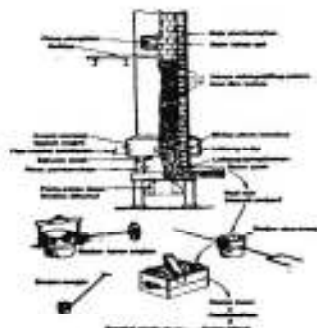
Lubang cerat dan lubang terak dibuat didaerah krus. Bentuk dari susunan lubang-lubang berbeda menurut cara pengeluaran besi cair dan terak. Proses pengeluaran besi cair dan terak yang sewaktu-waktu. Dengan proses ini besi cair dan terak ditampung didaerah krus dan dikeluarkan sewaktu-waktu melalui lubang cerat dan lubang terak dengan operasi tangan.

7) Tuyere

Tuyere berfungsi memasukkan udara untuk pembakaran kokas pada aliran, volume dan tekanan yang memadai. Jadi jumlah luas penampang tuyere harus ditentukan secara tepat. Jumlah penampang tuyere yang terlalu kecil menyebabkan kecepatan udara terlalu besar, jadi menurunkan temperatur pembakaran. Sebaliknya luas yang terlalu besar menurunkan kecepatan udara dan pembakaran yang seragam tidak tercapai.

8) Kotak Angin

Kotak angin berfungsi untuk mengumpulkan angin yang ditiupkan oleh blower dan memberikan udara secara merata kedalam tanur melalui tuyere.



Gambar 1: Konstruksi Dapur Kopula

Pengujian Struktur Mikro

Metallografy adalah ilmu yng mempelajari dan menyelidiki struktur kristal suatu logam dan paduannya untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dan phisisnya. Material yang akan digunakan dalam pengujian struktur mikro adalah spesimen yang telah disiapkan sebelumnya. Dari hasil pengujian struktur mikro dapat diketahui struktur yang dimiliki oleh besi tuang sebelum proses pengujian maupun sesudah pengujian.

Tujuan dari pengujian struktur mikro adalah:

1. Untuk mengetahui struktur mikro suatu logam.
2. Membandingkan perubahan bentuk dari struktur mikro logam sebelum maupun sesudah pengujian.
3. Melihat fenomena-fenomena yang terjadi pada material secara mikroskopis, sehingga dapat dibedakan struktur mikro, mengamati bentuk butiran, menentukan jenis dan ukuran butiran, melihat adanya cacat mikro.
4. Untuk mengetahui dan memahami prinsip kerja dari mikroskopik logam. Dengan adanya informasi diatas, maka dapat ditentukan tentang jenis logam, sifat mekanis dan pengerjaan yang pernah dialami oleh logam tersebut.



Gambar 2: Struktur mikro besi tuang perlitik, graphite flake pada matriks di etch nital 2%

METODE PENELITIAN

Variabel Penelitian

A. Variabel Bebas :

1. Besi Tuang (FC 20) → Sampel O
 2. Besi Tuang (FC 20) + 4,5% Seng (Zn) → Sampel I
 3. Besi Tuang (FC 20) + 4% Tembaga (Cu) → Sampel II
 4. Besi Tuang (FC 20) + 4,5% Seng (Zn) + 4% Tembaga (Cu) → Sampel III
- B. Variabel Terikat :
1. Prosentase struktur Mikro yaitu:
 - a. Ferit
 - b. Perlit
 - c. Grafit

Bahan dan Alat

Persiapan bahan

Besi tuang (FC 20) dan unsur paduan yaitu seng dan tembaga.

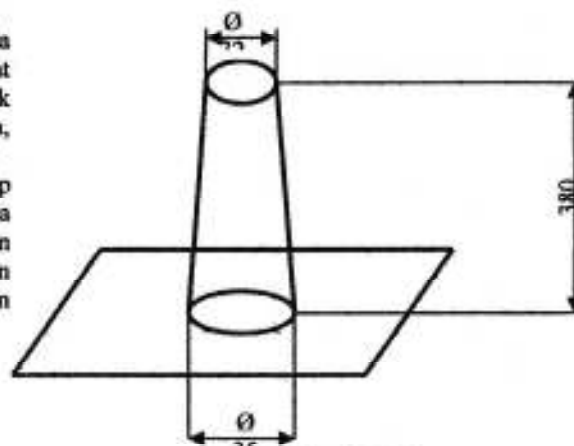
Alat yang digunakan

Alat yang harus dipersiapkan dalam penelitian adalah:

- Dapur Kopula, untuk pengecoran.
- Kamera Digital
- Mikroskop

Pembuatan Pola

Pembuatan pola yang dipakai berdasarkan dimensi silinder block sesuai dengan standar JIS dengan asumsi akan terjadi penyusutan ± 2 %.



Gambar 3: Pola

Pengujian harga uji statistik dilakukan sebagai berikut:

1. Jumlah struktur mikro rata-rata ($\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

n = jumlah pengujian

2. Standar Deviasi (δ)

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}}$$

3. Standar Deviasi rata-rata ($\bar{\delta}$)

$$\bar{\delta} = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

4. Kesalahan Relatif (KR)

$$KR = \frac{\bar{\delta}}{\bar{X}} \times 100\%$$

5. Ketelitian Pengukuran (KP)

$$KP = 100\% - KR\%$$

6. Interval struktur mikro

Dengan mengambil faktor kesalahan (α) = 0,05 dan

derajat bebas (db) = n - 1

$$\text{Maka ; } t \left(\frac{\alpha}{2}; db \right)$$

Sehingga interval penduga struktur mikro adalah ;

$$\bar{X} - \left\{ t \left(\frac{\alpha}{2}; db \right) \bar{\delta} \right\} < \mu < \bar{X} + \left\{ t \left(\frac{\alpha}{2}; db \right) \bar{\delta} \right\}$$

7. Penghitung uji T

Hipotesa awal:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Dimana:

H_0 : kedua rata-rata populasi adalah identik atau sama

H_1 : kedua rata-rata populasi adalah tidak identik atau tidak sama

Digunakan uji dua sisi dengan $\alpha = 5\%$

$$db = n_1 + n_2 - 2$$

$$t = \left(\frac{\alpha}{2}; db \right)$$

$$N_{tab} = 7\% \times N_{tab}$$

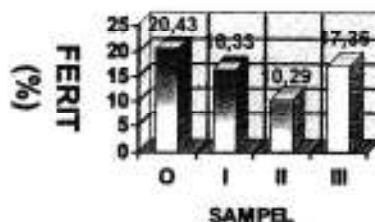
$$= 7\% \times 29,596 = 0,663 \text{ HP}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

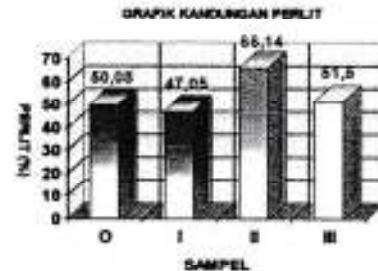
Grafik Hasil Pengujian Struktur Mikro

Berdasarkan hasil pengujian yang saya lakukan didapatkan grafik sebagai berikut:

GRAFIK KANDUNGAN FERIT

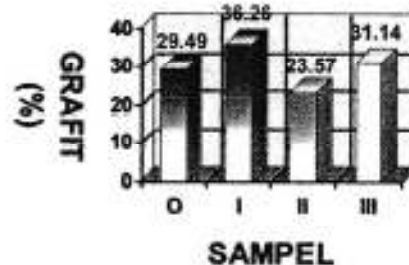


Gambar 4: Grafik kandungan Ferit pada setiap benda uji (specimen)



Gambar 5: Grafik kandungan Perlite pada setiap benda uji (specimen)

GRAFIK KANDUNGAN GRAFIT



Gambar 6: Grafik kandungan Grafit pada setiap benda uji (specimen)

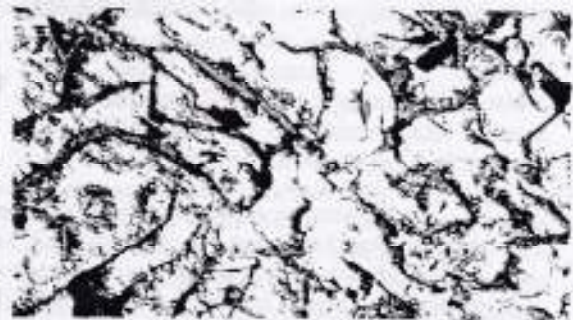
Keterangan:

- ❖ Sampel O : Besi tuang (FC 20) tanpa campuran
- ❖ Sample I : Besi tuang (FC 20) + 4% Seng (Zn)
- ❖ Sampel II : Besi tuang (FC 20) + 4,5% Tembaga (Cu)
- ❖ Sample III : Besi tuang (FC 20) + 4% Seng (Zn) + 4,5% Tembaga (Cu)

Dari Grafik diatas dapat kita lihat perbedaan kandungan masing-masing unsur pada setiap besi paduan.

Hasil Rekapitulasi Data

No	Jenis Bahan	Kandungan	Benda Uji (Spesimen)				Rata-rata
			1	2	3	4	
1	Besi Tuang (FC 20)	Ferit	20,20	20,64	19,56	21,32	20,43
		Perlit	48,80	50,92	48,76	51,84	50,08
		Grafit	31,00	28,44	31,68	26,84	29,49
2	Besi tuang (FC 20) + 4,5% Seng (Zn)	Ferit	17,80	14,96	15,84	16,72	16,33
		Perlit	45,88	43,68	49,24	49,40	47,05
		Grafit	36,32	41,36	34,92	33,88	36,62
3	Besi tuang (FC 20) + 4% Tembaga (Cu)	Ferit	11,28	10,92	9,16	9,80	10,29
		Perlit	64,96	65,48	67,36	66,76	66,14
		Grafit	23,76	23,60	23,48	23,44	23,57
4	Besi tuang (FC 20) + 4,5% Seng (Zn) + 4% Tembaga (Cu)	Ferit	17,72	15,84	17,88	18,00	17,36
		Perlit	53,40	50,88	52,08	49,64	51,5
		Grafit	28,88	33,28	30,04	32,36	31,14



Gambar 10: Struktur Mikro Besi Tuang (FC 20) + 4,5% Seng(Zn)+ 4% Tembaga (Cu)



Gambar 7: Struktur Mikro Besi Tuang (FC 20)



Gambar 8 : Struktur Mikro Besi Tuang (FC 20) + 4,5% Seng (Zn)



Gambar 9: Struktur Mikro Besi Tuang (FC 20) + 4% Tembaga (Cu)

KESIMPULAN

Dengan menganalisa gambar dan data-data perhitungan strukturmikro besi tuang (FC 20) dengan paduan 4,5% seng, 4% tembaga dan 4,5% seng + 4% tembaga dapat diketahui :

Besi tuang dengan paduan 4,5% Seng mengurangi sifat rapuh dan meningkatkan sifat mampu mesin pada besi tuang.

Besi tuang dengan paduan 4% Tembaga mengurangi sifat rapuh dan meningkatkan ketahanan aus dan keuletan pada besi tuang.

Besi tuang dengan paduan 4,5% Seng + 4% Tembaga mengurangi sifat rapuh, meningkatkan ketahanan aus, keuletan dan sifat mampu mesin pada besi tuang.

DAFTAR PUSTAKA

- Harsono W. Tashie O. 1981, "*Teknologi Pengelasan Logam*", Penerbit Pradya Paramita, Jakarta.
- Tata Surdia. Kenji Chijiwa, 1984, "*Ilmu Pengetahuan Bahan*", Penerbit Pradya Paramita, Jakarta.
- Sriati Djaprie, 1985, "*Teknologi Mekanik*", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Suherman Wahid, 1988, "*Ilmu Logam*". ITS Surabaya.
- J. Suprpto, 1993, "*Statistik*", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Tata Surdia. Kenji Chijiwa, 2000, "*Teknologi Pengecoran Logam*", Penerbit Pradya Paramita, Jakarta.
- Suriansyah, S. 2002, "*Pengaruh Ni, Si, dan CE, Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Besi Tuang Kelabu Terhadap Ketahanan Aus Besi Tuang Kelabu FC-10*", UI Jakarta.