

**PENGARUH LAPISAN KARBON TERHADAP SIFAT FISIS DAN
MEKANIS PADA SOLIDIFIKASI BESI COR KELABU DALAM
CETAKAN PERMANEN UNTUK TAPPING AKHIR**



PUBLIKASI ILMIAH

Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Oleh:

CAHYO SULISTIYONO

D 200 080 065

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2016

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH LAPISAN KARBON TERHADAP SIFAT FISIS DAN
MEKANIS PADA SOLIDIFIKASI BESI COR KELABU DALAM CETAKAN
PERMANEN UNTUK TAPPING AKHIR**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

CAHYO SULISTIYONO

D 200 080 065

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Masyrukan, MT.

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH LAPISAN KARBON TERHADAP SIFAT FISIS DAN
MEKANIS PADA SOLIDIFIKASI BESI COR KELABU DALAM CETAKAN
PERMANEN UNTUK TAPPING AKHIR

OLEH

CAHYO SULISTIYONO

D 200 080 065

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 3 Mei 2016

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Masyrukan, MT.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Agus Hariyanto, MT.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Supriyono, ST., MT., Ph.D.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....) *Kes*
(.....) *[Signature]*
(.....) *[Signature]*



Dekan,

Ir. Sri Sunarjono., MT., Ph.D.

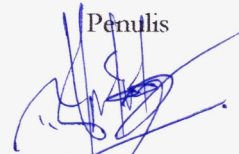
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 3 Mei 2016

Penulis



CAHYO SULISTIYONO

D 200 080 065

PENGARUH LAPISAN KARBON TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS PADA SOLIDIFIKASI BESI COR KELABU DALAM CETAKAN PERMANEN UNTUK TAPPING AKHIR

Abstraksi

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lapisan karbon terhadap sifat fisis dan mekanis pada solidifikasi besi cor kelabu dalam cetakan permanen untuk tapping akhir.

Material yang digunakan untuk membuat spesimen adalah skrap bekas pembubutan yang di lebur didalam tungku induksi dan dituang di cetakan permanen yang dilapisi karbon dimana penuangan dilakukan pada tapping akhir kemudian spesimen di uji sifat fisis dan mekanisnya. Pengujian yang dilakukan adalah CE meter dimana dalam pengujian ini besi masih dalam bentuk cair, pengujian komposisi kimia kemudian pengujian kekerasan dan struktur mikro pada bagian yang kontak langsung dengan udara dan pada bagian yang kontak langsung dengan cetakan.

Hasil uji CE meter pada tapping akhir didapat suhu tertinggi 1286,2 °C, mulai memadat pada temperatur liquid (1164,1 °C), dan padat pada temperatur solid (1113,8 °C). Pengujian komposisi kimia spesimen tanpa lapisan karbon adalah Fe (93,46%), C (3,52%), Si (1,95%), spesimen dengan lapisan karbon Fe (93,36%), C (3,69%), Si (1,95%). Hasil uji foto mikro terlihat grafit dan sementit, untuk yang kontak langsung dengan cetakan yang dilapisi karbon didominasi oleh grafit, sedangkan untuk yang kontak langsung dengan udara didominasi oleh sementit. Hasil uji kekerasan spesimen tanpa lapisan karbon didapat kekerasan HRB 97,79 dan untuk yang dilapisi karbon diperoleh HRB 91,97 pada bagian samping dan HRC 18,79 pada bagian atas. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa terjadi penambahan unsur karbon (C) pada spesimen dengan lapisan karbon sebesar 0,17%, kekerasan spesimen dengan lapisan karbon lebih lunak karena didominasi grafit, untuk bagian yang kontak langsung dengan udara didominasi oleh sementit karena dalam kasus ini pembekuan lebih cepat.

Kata kunci : besi cor kelabu, cetakan permanen, karbon, solidifikasi.

Abstracts

This study aims to determine the effect of the carbon coating on the physical and mechanical properties of the gray cast iron solidification in permanent mold for tapping end.

The material used to make the specimen is turning lathe the former scrap in the melt in an induction furnace and poured in permanent mold is coated with carbon which is done at the tapping end, then specimen tested in physical and mechanical properties. This testing is CE meter which in this test the iron is still in liquid form, testing the chemical composition then hardness testing and microstructure testing on parts that direct contact with the air and on the direct contact with the mold.

Test results CE meter at the end of the tapping obtained the highest temperature of 1286.2 °C, began to condense at temperatures of liquid (1164,1 °C), and is solid at a temperature solid (1113,8 °C). Chemical composition testing of specimens without the carbon coating is Fe (93.46%), C (3.52%), Si (1.95%), a specimen with a carbon coating Fe (93.36%), C (3.69%), Si (1.95%). The test results of micro picture looks graphite and cementite, for direct contact with the mold coated carbon dominated by graphite, while for direct contact with the air is dominated by cementite. The test results hardness specimens without the coating carbon obtained hardness HRB 97.79 and for coated the carbon obtained HRB 91.97 on the sides and HRC 18.79 on the top. From the data it can be concluded that the addition of the elements carbon (C) on the specimens with a carbon layer by 0.17%, hardness the specimens with coating the carbon more soft because it is dominated graphite, for parts in direct contact with the air is dominated by cementite because in this case freezing faster.

Keywords : gray cast iron, permanent mold, carbon, solidification.

1. PENDAHULUAN

Ilmu bahan logam digolongkan dalam kelompok logam Ferro yaitu logam yang mengandung unsur besi dan non Ferro merupakan logam bukan besi. Proses pengolahan logam harus memperhatikan jenis logam dan sifatnya terutama pada proses pembentukan.

Proses pengolahan dan pembentukan logam diantaranya adalah pengecoran. Pengecoran dapat diartikan sebagai suatu proses manufaktur dengan menggunakan materi cair dan cetakan untuk menghasilkan bagian-bagian dengan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk.

Zaman sekarang ini pengecoran sudah banyak digunakan mengingat mempunyai kelebihan-kelebihan diantaranya adalah mudah dibentuk. Penggunaan pengecoran mencakup sangat luas seperti perhiasan, blok mesin, rangka mesin,dll. Penggunaan pengecoran tergantung dari sifat-sifat dari hasil pengecoran tersebut.

Besi cor kelabu merupakan hasil dari pengecoran dimana unsur utama besi cor kelabu adalah Fe, C dan Si, sehingga pelapisan karbon dalam cetakan akan mempengaruhi sifat fisis dan mekaniknya. Studi tentang solidifikasi besi cor mengapa penting untuk dipahami, ada beberapa jawaban adanya pertanyaan tersebut. Solidifikasi besi cor memungkinkan rekayasa mikro; solidifikasi besi cor menentukan hasilnya pengecoran; perlakuan panas sangat jarang digunakan untuk besi cor; Singkatnya, pembekuan adalah pendorong utama sifat-sifat dari proses pengecoran. (Doru M. Stefanescu The Ohio State University, Columbus, Ohio, USA2005)

2. METODE

2.1. Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini untuk menghindari melebarnya pembahasan maka penelitian ini berkonsentrasi pada :

- a. Solidifikasi dalam cetakan permanen yang di lapisi karbon.
- b. Pembuatan spesimen besi cor kelabu pada tapping akhir.
- c. Pengujian sifat fisis & mekanik dari spesimen yang di uji.

2.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui suhu tuang pada tapping akhir.
2. Mengetahui sifat fisis & mekanis besi cor kelabu dalam cetakan permanen.
3. Mengetahui pengaruh lapisan karbon dalam cetakan permanen pada solidifikasi besi cor kelabu untuk tapping akhir.

2.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini baik untuk penulis, masyarakat luas dan dunia pendidikan antara lain yaitu :

- a. Dapat meningkatkan ilmu pengetahuan tentang manufaktur dengan mempelajari pengaruh lapisan karbon pada solidifikasi besi cor kelabu terhadap sifat fisis dan mekanis dalam cetakan permanen.
- b. Mampu mengembangkan proses manufaktur dalam hal ini meningkatkan kekuatan material atau bahan dari produk yang di hasilkan oleh penelitian ini.

Semoga dari hasil penelitian ini dapat membantu mahasiswa dan masyarakat sekitar dalam Mengetahui sifat fisis & mekanis besi cor kelabu pada laju pembekuan di cetakan permanen dan efisien produk yang di hasilkan dari penelitian ini.

2.4. Tinjauan Pustaka

Kekerasan dari besi cor kelabu menurun sebagai jumlah fase grafit meningkat. Hal ini juga meningkatkan dengan meningkatnya jumlah sementit dan laju pendinginan. (Masoud Jabbari , Azin Hosseinzadeh, 2012).

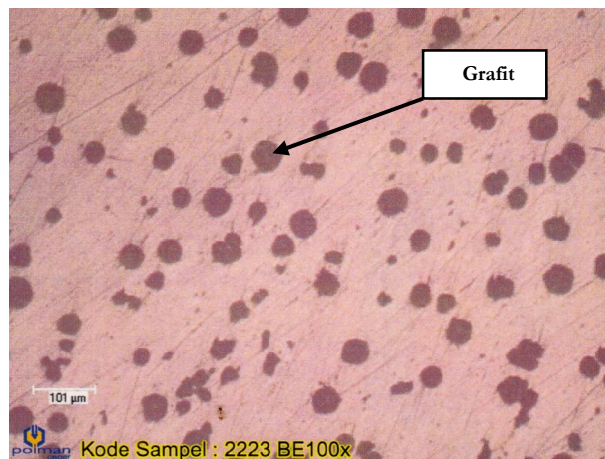
Pengaruh pembekuan serpihan grafit mikro dan sifat mekanik dari ASTM A-48 besi cor kelabu menggunakan cetakan baja SKD 11, baja karbon sedang S45C dan cetakan baja hot –rolled SS400. Sifat mekanik ASTM struktural A-48 bahan besi cor kelabu sangat bergantung pada struktur mikro. Bagian metalografi diamati secara kuantitatif mengukur struktur mikro yang relevan parameter, sebagai lamellar grafit morfologi, ukuran sel eutektik dan konten inklusi. Hasil berkorelasi dengan yang di ukur sifat mekanik : Konten grafit di kurangi meningkatkan kekuatan tarik. (Ganwarich Plutarch, 2010).

ZHANG Wei', YU Yan', FANG Yuan', LI Jian-guo, 2011 mengatakan pembekuan paduan aluminium dengan penambahan besi dan silikon dipelajari untuk menyelidiki efek gabungan keduanya pada pembentukan dan pengendapan intermetallics, khususnya fase Fe. Besi diendapkan terutama oleh β (CuFe) atau α (MnFe), atau keduanya tergantung dari kandungan besi dan silikon, serta laju pendinginan. Ditemukan bahwa dalam paduan memiliki hingga 0,3 persen berat Fe, pengendapan fase β (CuFe) dapat ditekan jika rasio limit Si / Fe = 1 dan laju pendinginan cukup tinggi. Mobilitas rendah dari fase β (CuFe) akan membatasi jumlah fase ini, terutama ketika atom besi memiliki kemungkinan untuk ditangkap oleh fase lain, dalam hal ini, fase α (MnFe).

Klasifikasi jenis material paduan sangat diperlukan dalam industri mesin, tujuan utama dari penelitian yang dilakukan adalah untuk melihat sifat-sifat teknologi dan mekanik perbedaan antara besi cor kelabu dengan struktur grafit lamelar dan besi cor bulat dengan struktur grafit nodular (Kuryłoa P, 2012).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

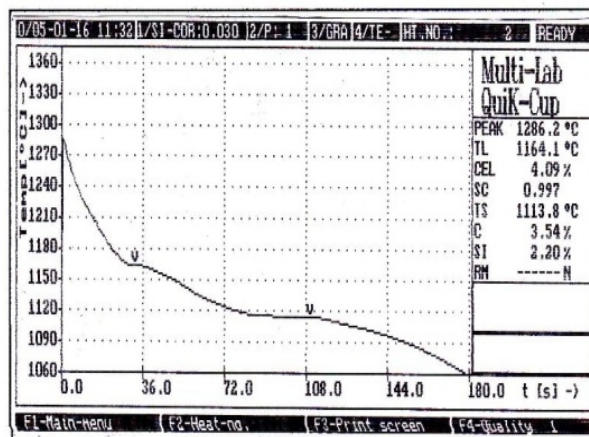
3.1. Pengujian Struktur Mikro Cetakan



Gambar 3.1 Hasil Uji Foto Mikro Cetakan Dengan Pembesaran 100x

Pada pengujian struktur mikro pada cetakan terlihat grafit, grafik tersebut berbentuk bulat/nodular. Dari hasil tersebut bisa disimpulkan bahwa cetakan permanen merupakan besi cor nodular (FCD).

3.2. Pengujian CE Meter



Gambar 3.2 Hasil Uji CE Meter

Pengujian CE Meter dilakukan pada saat besi dalam kondisi cair. Grafik diatas menunjukkan pengujian CE Meter dimana dalam Grafik tersebut didapat temperatur tertinggi adalah 1286.2 °C.

Pada grafik suhu mulai turun dan terjadi pendinginan cair sampai temperatur liquid (TL) yang sebesar 1164,1°C. Dari temperatur liquid suhu turun sampai temperatur solid (TS) yang mana dalam keadaan ini besi mulai memadat dari temperatur liquid (TL) sampai temperatur solid (TS). Dari temperatur solid (TS) besi sudah berbentuk padat, temperatur turun lagi dan terjadi pendinginan padat.

3.3. Pengujian Komposisi Kimia

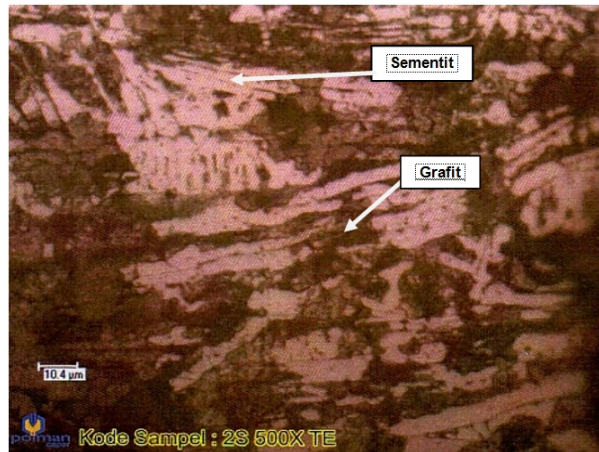
Tabel 3.1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Unsur	Lamban g	Kandungan %	
		Tanpa Lapisan Karbon	Dengan Lapisan Karbon
Besi (Ferrum)	Fe	93,46	93,36
Karbon (Carbon)	C	3,52	3,69
Silikon	Si	1,95	1,89
Mangan	Mn	0,470	0,457
Fosfor (phosphorus)	P	0,023	0,024
Belerang (Sulfur)	S	0,035	0,040
Krom (Chromium)	Cr	0,152	0,149
Molibden	Mo	0,000	0,000
Nikel	Ni	0,042	0,043
Aluminium	Al	0,019	0,019
Boron	B	0,0010	0,0011
Kobalt (Cobalt)	Co	0,000	0,000
Tembaga (Cuprum)	Cu	0,034	0,033
Magnesium	Mg	0,000	0,000
Niobium	Nb	0,002	0,002
Timbal (Plumbum)	Pb	0,0024	0,0025
Timah (Stannum)	Sn	0,009	0,010
Titanium	Ti	0,000	0,000
Vanadium	V	0,040	0,051
Tungsten (Wolfram)	W	0,047	0,045

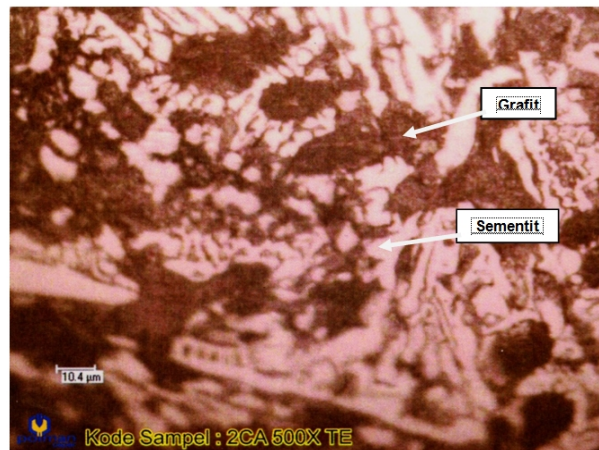
Berdasarkan pengujian komposisi kimia yang dilakukan untuk Spesimen tanpa lapisan karbon terdapat beberapa unsur utama yang terkandung, diantaranya adalah kandungan Fe, C dan Si, dimana Fe sebesar 93,46, C sebesar 3,52 dan Si sebesar 1,95 sedangkan untuk spesimen dengan lapisan karbon adalah Fe sebesar 93,36, C sebesar 3,69 dan Si sebesar 1,89.

Jadi lapisan karbon dalam cetakan berpengaruh dalam besar kandungan karbon spesimen dimana terjadi kenaikan sebesar 0,17.

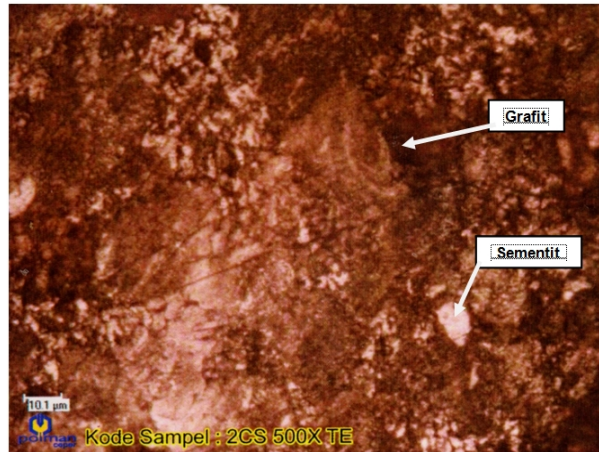
3.4. Pengujian Struktur Mikro Spesimen



Gambar 3.3 Hasil Foto Mikro Spesimen Tanpa dilapisi Karbon Pembesaran 500x



Gambar 3.4 Hasil Foto Mikro Spesimen Dengan dilapisi Karbon Bagian atas pembesaran 500x



Gambar 3.5 Hasil Foto Mikro Spesimen Dengan dilapisi Karbon Bagian Samping
Pembesaran 500x

Gambar 4.3 merupakan hasil dari foto mikro spesimen tanpa lapisan karbon, dimana dari hasil tersebut terlihat grafit dan sementit. Sementit terlihat mendominasi dari gambar tersebut dari pada grafit.

Gambar 4.4 merupakan hasil dari spesimen dengan lapisan karbon bagian atas. Bagian ini berkontak langsung dengan udara. Pada hasil bagian ini juga terlihat sementit dan grafit yang mana sementit pun mendominasi dari pada grafit.

Gambar 4.5 merupakan hasil dari spesimen dengan lapisan karbon bagian samping, bagian ini berkontak langsung dengan cetakan yang sudah dilapisi karbon. Pada gambar tersebut grafit lebih mendominasi dari pada sementit.

3.5. Pengujian Kekerasan Spesimen

Tabel 3.6 Hasil Pengujian Kekerasan spesimen tanpa lapisan karbon

Sampel	Titik	Kekerasan HRB	Rata-rata HRB	Konversi HB
2	A	97,24	97,79	226,02
	B	97,81		
	C	97,30		
	D	98,79		
	E	97,82		

Tabel 3.7 Hasil Pengujian Kekerasan spesimen dengan lapisan karbon

Sampel	Titik	Kekerasan HRB	Rata-rata HRB	Konversi HB
2c	A	92,04	91,97	192,48
	B	92,48		
	C	91,71		
	D	91,65		
	E	91,98		

Hasil uji kekerasan untuk spesimen tanpa lapisan karbon (2) menunjukkan kekerasan rata-rata HRB sebesar 97,79 yang di konversi ke HB menjadi 226,02. Sedangkan untuk kekerasan spesimen dengan lapisan karbon (2C) menunjukkan kekerasan rata-rata HRB sebesar 91,97 yang di konversi HB menjadi 192,48. Dari data tersebut spesimen dengan lapisan karbon (2C) lebih lunak dari pada spesimen tanpa lapisan karbon (2).

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Dari studi yang dilakukan penulis dapat menarik kesimpulan, yaitu :

1. Temperatur tapping akhir adalah 1286.2 °C dan besi mulai membeku pada temperatur 1164,1°C yang di dapat dari pengujian dengan CE Meter.
2. Pada pengujian komposisi kimia spesimen tanpa dilapisi karbon adalah Fe (93,47 %), C (3,52%), Si (1,95), dan untuk spesimen yang dilapisi karbon adalah Fe (93,36%), C (3,69%), Si (1,89). Pada pengujian kekerasan spesimen tanpa karbon HRB 97,79 sedangkan untuk yang dilapisi karbon HRB 91,79. Pada pengujian Struktur mikro terdapat grafit dan sementit yang mana grafit mendominasi dari pada sementit pada spesimen dengan lapisan karbon.
3. Lapisan karbon pada cetakan berpengaruh terhadap banyaknya kandungan karbon, yaitu unsur karbon naik 0,17 % dan berpengaruh terhadap kekerasan dimana spesimen yang dilapisi karbon lebih lunak, hal ini bisa dilihat juga pada struktur mikro bahwasanya grafit lebih mendominasi pada spesimen dengan lapisan karbon.

4.2. Saran

Dalam penelitian selanjutnya, penulis mempunyai beberapa saran yang dapat digunakan untuk proses pengembangan dan pembuatan besi cor kelabu, yaitu:. Saat proses penuangan cor ke dalam cetakan, sebaiknya di lakukan sekali langsung penuh karna penuangan tambahan dapat menyebabkan cacat pada hasil spesimen .

DAFTAR PUSTAKA

- Ganwarich Pluphrach, 2010. “Hasil berkorelasi dengan yang diukur sifat mekanik: Konten grafit dikurangi meningkatkan kekuatan tarik”. Ongkharak, Nakhon Nayok, Thailand.
- Masoud Jabbaria, Azin Hosseinzadehb, 2012. “Pemodelan Numerik Perpindahan Panas Ditambah Dan Transformasi Fasa Untuk Pemadatan Dari Besi Cor Kelabu”. aLyngby, Denmark, bTehran, Iran
- Piotr Kuryło, (2012). Possibility of plastic processing of spheroidal cast iron. zielona gora, Poland.
- Rifai, Ahmad, 2008, “Pembuatan material besi cor kelabu paduan chrom dari stainless steel dan bahan baku dasar limbah serpihan”. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Surdia, T, Chijiwa K, 1991, Teknik Pengecoran Logam, Cetakan Keenam, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Stefanescu, Doru M. July 2007. “Modeling Of Cast Iron Solidification” Tata McGraw, 7 West Patel Nagar. New Dehli
- Yulianto, A, 2013. Desain dan pembuatan produk cylperb skala laboratorium, Surakarta.
- Zhang Wei' , YU Yan' , Fang Yuan', LI Jian-guo, 2011. Pembekuan paduan aluminium dengan penambahan besi dan silikon. Shanghai , China.
- Widodo, R. “Komposisi Besi Cor Kelabu”. 21/01/16. <https://hapli.wordpress.com/forum-ferro/komposisi-besi-cor-kelabu/>