
ANALISA PENGGANTIAN SILINDER LINER ALMUNIAM SILICON DENGAN SILINDER LINER BESI COR PADA SILINDER BLOK MESIN SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH DENGAN KAPASITAS MESIN 113.69 CC

M Aris Prabowo

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Pancasila Jakarta
Email: prabowomaris@gmail.com

Setiyono

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Pancasila Jakarta
Email: stymayo@gmail.com

ABSTRAK

Silinder blok adalah komponen yang merupakan satu kesatuan dari silinder liner. Fungsi utama dari silinder blok adalah untuk menopang semua bagian-bagian utama mesin seperti piston, kepala silinder, jalur pelumasan ke silinder head, poros engkol dan sekaligus sebagai media pendingin mesin. Pada umumnya silinder blok pada mesin terbuat dari bahan aluminium karena aluminium memiliki sifat yang kuat, ringan serta mudah menghantarkan panas, sehingga panas hasil pembakaran di dalam silinder liner bisa di transfer ke luar. Metode ini membandingkan nilai kekerasan dari silinder liner. Lalu dilakukan pengujian komposisi kimia, kekerasan dan mikro struktur. Terbukti bahwa material besi cor lebih keras dari pada aluminium silikon dari nilai kekerasannya.

Kata kunci: Silinder liner, besi cor, aluminium silikon, kekerasan, mikro struktur.

ABSTRACT

The cylinder block is a component that is an integral part of the cylinder liner. The main function of the cylinder block is to support all major engine parts such as pistons, cylinderheads, lubrication lines to the cylinder head, crankshaft and at the same time as engine cooling media. Engine block is made of aluminum because aluminum is strong, lightweight and easily conducts heat, so that the heat generated in the cylinder liner can be transferred to the outside. This method compares the hardness values of the cylinder liner. Then the chemical composition, hardness and microstructure were tested. It is proven that the cast iron material is harder than aluminum silicon from its hardness value.

Keywords: Cylinder liner, cast iron, aluminum silicon, hardness, microstructure.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan jaman penggunaan mesin-mesin sangat dibutuhkan dalam berbagai kehidupan baik dalam kehidupan sehari-hari ataupun dalam hal industri. Mesin digunakan manusia untuk mempermudah pekerjaan sekaligus menambah efisiensi, tidak terkecuali pada sepeda motor.

Penggunaan sepeda motor memerlukan pemeliharaan yang rutin sebanding dengan pemakaiannya. Sepeda motor yang kurang mendapatkan perawatan, akan berdampak pada kerusakan komponen ataupun part dari sepeda motor tersebut. Salah satu komponen yang pemeliharannya harus rutin adalah blok silinder liner [1].

Blok silinder liner yang rusak dapat menyebabkan turunya kompresi udara di ruang bakar, akibatnya tenaga yang di kluarkan motor menjadi berkurang selain itu, pembakaran di ruang bakar menjadi tidak sempurna dimana oli yang berfungsi sebagai pelumas justru ikut terbakar di dalam ruang bakar sehingga gas buang yang keluar dari kenalpot menjadi berasap. [1].

Blok silinder yang sudah mengalami kerusakan dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan bisa atau tidaknya silinder tersebut diperbaiki, yang pertama adalah silinder blok yang mempunyai silinder liner dari bahan besi cor, pada silinder blok jenis ini jika terjadi kerusakan pada dinding silindernya maka dapat dilakukan perbaikan dengan cara over size dimana ukuran diameter silinder liner yang rusak dikikis dengan pemakanan pahat sampai goresan pada silinder linernya hilang. Yang kedua adalah silinder blok aluminium silicon, pada silinder blok ini silinder liner terbuat dari paduan aluminium silicon, silinder blok jenis ini jika terjadi kerusakan pada dinding silindernya tidak bisa di perbaiki dan harus diganti dengan yang baru. [2].

Blok silinder yang tidak bisa diperbaiki (silinder liner bahan aluminium silicon) biasanya tidak terpakai dan terbuang begitu saja, oleh karena itu penelitian dilakukan dengan harapan blok silinder yang tidak terpakai bisa di manfaatkan untuk di gunakan kembali.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan September 2021 sampai Januari 2022, bertempat pada Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila Jakarta dan Laboratorium Metalurgi dan Material Universitas Indonesia

2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian dalam penelitian ini dilakukan dengan 3 tahapan, yaitu studi literatur, studi lapangan, alat dan bahan. Adapun studi literatur dilakukan dengan mempelajari beberapa jurnal, makalah, publikasi dan literatur lainnya yang berkaitan dengan topik penelitian, Studi lapangan dilakukan dengan mengamati dan mengumpulkan data yang berasal dari pengujian yang dibuat, dan selanjutnya dilakukan penyiapan alat dan bahan yang diperlukan dalam pengujian.

2.2 Alat Dan Bahan

Perlunya persiapan alat dan bahan pada tiap – tiap pengujian. pada penelitian ini terdapat berbagai pengujian seperti pengujian kekerasan, pengujian keausan, pengujian komposisi kimia, dan pengujian mikro struktur.

2.2.1 Alat

1. Gergaji besi
2. Ragum
3. Mistar
4. Jangka Sorong
5. Mata pahat bubut luar
6. Autosol
7. Palu
8. Amplas
9. Kertas milieter
10. Mata pahat
11. Alat uji kekerasan (*Hardness Rockwell Test*)

2.2.2 Bahan Standar Yang Digunakan

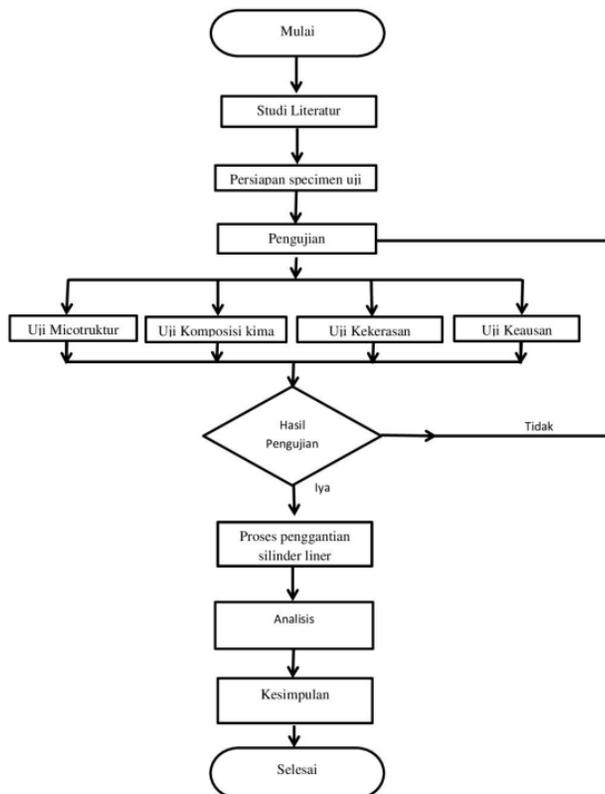
Yang diperlukan pada penelitian ini adalah material bahan silinder liner (Gambar 1) bahan besi cor yang mana masing masing spesimen memakai bahan yang sama dalam pengujian kekerasan (*hardness*), pengujian komposisi kima, dan pengujian mikro struktur.



Gambar 1. Silinder Liner Bahan Besi Cor

2.2.3 Diagram Alir Penelitian

Gambar 2 menunjukkan diagram alir penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia ini dilakukan untuk mengetahui susunan komposisi kimia yang terkandung pada silinder liner bahan besi cor paduan mangan silicon, pengujian ini menggunakan metode uji Optical emission spectroscopy dengan standar ASTM A741. Adapun hasil dari pengujian komposisi kimia pada permukaan dalam silinder liner bahan besi cor paduan mangan silicon adalah sebagai berikut (Tabel 1):

Tabel 1. Hasil Uji Komposisi Kimia

Kode Sampel	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Cr (%)	Mo (%)
	2,54	2,64	0,694	0,065	0,073	0,121	<0,005
Sampel	Ni (%)	Al (%)	Cu (%)	Nb (%)	Ti (%)	V (%)	Fe (%)
	0,014	0,003	0,111	0,003	0,005	0,010	bal.

3.1.1 Pebandingan Komposisi Kimia

Dari hasil pengujian komposisi kimia di atas maka dapat dibandingkan kandungan yang ada pada silinder liner bahan aluminium silicon dengan silinder liner bahan besi cor. Adapun perbandingan komposisi kimianya adalah sebagai berikut (Tabel 2):

Tabel 2. Perbandingan Komposisi Kimia

Sampel	Unsur	Kandungan (%)	Sampel	Unsur	Kandungan (%)
Aluminium Silikon	Si	13,898	Besi cor	Si	2,64
	Fe	1,4		Fe	93,716
	Cu	6,993		Cu	0,111
	Mn	0,411		Mn	0,694
	Mg	0,279		Mg	0,121
	Zn	0,73		Zn	0,073
	Ni	0,267		Ni	0,014
	Sn	0,861		Sn	2,54
	Al	76,14		Al	0,003

Dapat dilihat pada tabel, untuk sampel aluminium silikon unsur dengan presentasi terbanyak yaitu Si, Cu serta Fe dengan masing-masing nilai yaitu 13,898%, 6,993% serta 1,4%. Sedangkan pada sampel besi cor unsur dengan presentasi terbanyak yaitu Si, C dan Mn yang masing-masing mempunyai nilai 2,64%, 2,54% dan 0,694%. Bisa dikatakan jika unsur dengan presentasi terbanyak dari keduanya yaitu Si hal ini sesuai dengan pengaruh elemen campuran dimana unsur Si dapat memberikan sifat material menjadi lebih kuat dan stabil pada suhu tinggi hal ini tentu sejalan dengan kriteria sifat mekanis silinder liner yang membutuhkan sifat mekanis keras sekaligus tahan terhadap suhu yang tinggi.

3.2 Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan pada permukaan dalam silinder liner, dengan menggunakan metode Brinell sebanyak 5 titik penekanan. Hasil pengujian ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Kekerasan

Kode sampel	No	Kekerasan Brinell (HB)	Keterangan
Besi Cor	1	164,96	Program kekerasan Brinell dengan indentor bola 10 mm serta beban 500 Kgf
	2	171,45	
	3	167,89	
	4	166,68	
	5	165,64	
Rata-rata		165,64	

3.2.1 Perbandingan Kekerasan Silinder Liner

Dari hasil uji kekerasan di atas maka dapat dibandingkan nilai kekerasan antara silinder liner bahan aluminium silicon dengan silinder liner bahan besi cor mangan silicon. Adapun perbandingan nilai kekerasannya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Perbandingan Kekerasan

Kode Sampel	Kekerasan Brinell (HB)					Rata-rata (HB)
	1	2	3	4	5	
Al Si	157,3	147,8	147,0	151,0	147,8	150
FC Mn Si	164,9	175,4	167,8	166,6	165,6	167

Seperti yang bisa dilihat pada Tabel 4, diambil masing-masing 5 titik penjejakan uji kekerasan pada setiap sampel, didapat selisih kekerasan dimana sampel besi cor mempunyai nilai kekerasan 17 HB lebih besar dibanding aluminium silicon.

3.3 Pengujian Keausan

Pada pengujian keausan ini menggunakan metode *ogoshi* yang mengacu pada ASTM G99. Adapun hasil keausan ini adalah sebagai berikut pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Keausan Besi Cor

Kode Sampel	Lebar jejak rata-rata (mm)	Tebal cincin (mm)	Diameter cincin (mm)	Beban (Kg)	Jarak luncur (m)	Kecepatan (m/s)	Spesifik abrasi (mm^3/mm)
Besi cor	6,19	3	30	3,16	100	1,97	$39,5 \times 10^{-6}$

Pengujian dilakukan pada 3 titik spesimen pengujian besi cor dan didapat lebar jejak rata-rata 6,19 mm dengan nilai spesifik abrasi $39,5 \times 10^{-6}$.

3.3.1 Perbandingan Hasil Uji Keausan

Dari hasil Pengujian keausan pada silinder liner bahan besi cor maka bisa didapat nilai perbandingan keausan antara silinder liner bahan aluminium silicon dengan silinder liner bahan besi cor, adapun nilai perbandingannya adalah sebagai berikut pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Uji Keausan

Kode Sampel	Lebar jejak rata-rata (mm)	Tebal cincin (mm)	Diameter cincin (mm)	Beban (Kg)	Jarak luncur (m)	Kecepatan (m/s)	Spesifik abrasi (mm^3/mm)
Besi cor	6,19	3	30	3,16	100	1,97	$39,5 \times 10^{-6}$
Aluminium Silicon	3,08	3	30	12,64	400	1,96	$1,2 \times 10^{-6}$

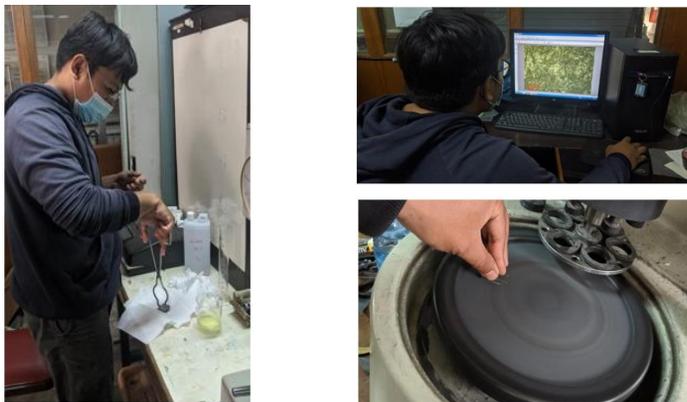
Berdasarkan hasil dari pengujian maka dapat diketahui jika nilai keausan silinder liner bahan almunium silicon yaitu $0,00121742133 \text{ mm}^3/\text{m}$. Ini berarti jika gesekan terjadi pada luas penampang almunium silicon sepanjang 1 m dengan lebar 3 mm (tebal cincin) maka jumlah volume material almunium silicon yang terkikis/terabrasi yaitu $0,00121742133 \text{ mm}^3$, sedangkan pada besi cor jumlah material yang terkikis/terabrasi pada luas penampang yang sama yaitu $0,03952944316 \text{ mm}^3$, maka dapat dikatakan jika nilai spesifik abrasi besi cor lebih tinggi dibandingkan dengan almunium silicon dengan selisih nilai sebesar $0,03831202183 \text{ mm}^3$ hal ini dapat terjadi karena beberapa faktor salahsatunya adalah karena kerapatan dari material besi cor yang relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan almunium silicon.

Pada pengujian ogoshi perhitungan nilai spesifik abrasi ditentukan dari besaran volume hasil gesekan antara material dengan cincin pengujian, oleh sebab itu kerapatan material pada pengujian ogoshi mempengaruhi ketepatan dalam pengujian, karena rongga-rongga yang ada pada material dengan nilai kerapatan rendah bisa dianggap sebagai volume dari hasil gesekan dengan cincin pengujian, hal ini tentu akan berpengaruh terhadap perhitungan nilai spesifik abrasinya (W_s).

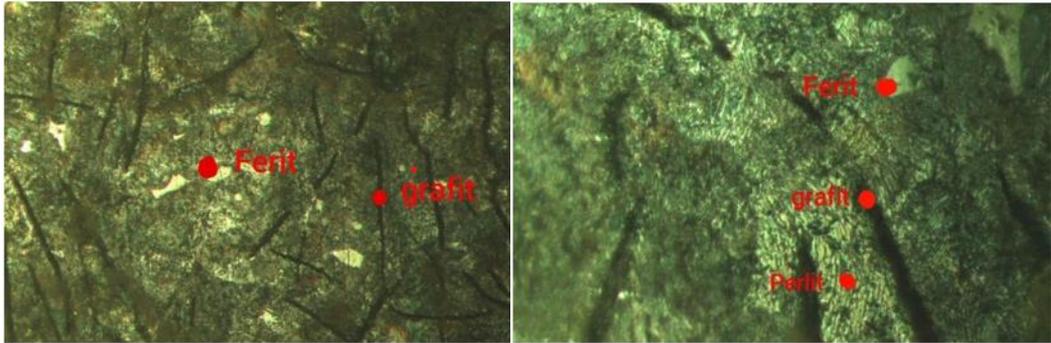
3.4 Pengujian Mikrostruktur

Setelah selesai melakukan pengujian komposisi kimia, kekerasan, serta keausan pengujian berikutnya adalah pengujian struktur micro. Pengujian ini dilakukan untuk dapat melihat kondisi struktur pada material silinder liner bahan besi cor. Sebelum masuk tahap pembesaran optik, terlebih dahulu dilakukan penghalusan bertahap menggunakan amplas 240, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000, dan 5000 kemudian dipoles dengan kain bludru sekaligus di beri pasta autosol.

Langkah selanjutnya setelah pemolesan yaitu memersihkan permukaan yang sudah dipoles dengan alkohol, setelah itu lanjut dicelupkan ke cairan etsa yaitu campuran antara HNO_3 dengan alkohol 95% (perbandingan campuran 1:5) dengan waktu 1 sampai dengan 60 detik. Kemudian spesimen dibersihkan kembali dengan cairan alkohol dan air. Gambar 3 menunjukkan proses pembuatan spesimen mikrostruktur.



Gambar 3. Proses Pembuatan Spesimen mikrostruktur



Gambar 4. Mikrostruktur Silinder Liner Bahan Besi Cor

Pengamatan micro struktur terlihat pada gambar 4. Berdasarkan pengamatan mikro struktur silinder liner bahan besi cor terlihat grafit berbentuk serpih bengkok (*flake*) tipe A yang tersebar merata dengan orientasi sembarang, sedangkan matrik penyusun di dominasi perlit (85%-90%) dan sedikit ferit (10%-15%). Selain itu dapat dilihat juga perbedaan permukaan gelap terang (rongga/celah) yang menandakan nilai kerapatan pada besi cor redah, hal ini sesuai dengan hasil pengujian keausan pada silinder liner besi cor yang mempunyai nilai spesifik abrasi lebih tinggi dibandingkan dengan silinder liner aluminium silikon akibat dari kerapatan besi cor yang rendah.

4. KESIMPULAN

Dari proses penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada hasil uji komposisi kimia masing-masing material mempunyai nilai kandungan unsur penyusun yang berbeda-beda namun, jika dilihat dari besaran nilai unsur penyusunnya keduanya mempunyai peresamaan, yaitu mempunyai jumlah persentase terbanyak pada unsur Si dimana pada aluminium silikon dan besi cor masing-masing sebanyak 13,898 % dan 2,64 %, hal ini bisa terjadi karena pada fungsi elemen campuran, Si mempunyai fungsi sebagai unsur yang tahan terhadap suhu tinggi sekaligus menambah nilai kekerasan material sehingga sangat cocok untuk kondisi kerja silinder liner. Sedangkan untuk hasil uji kekerasan brinell pada material silinder liner bahan besi cor didapatkan nilai kekerasan rata-rata 167 HB sedangkan pada silinder liner bahan aluminium silikon didapatkan nilai rata-rata yaitu 150 HB. Untuk hasil uji keausan dengan metode ogoshi pada silinder liner bahan besi cor mendapatkan nilai spesifik abrasi sebesar $0,03952944316 \text{ mm}^3/\text{m}$ sedangkan pada silinder liner bahan aluminium didapatkan nilai spesifik abrasi sebesar $0,00121742133 \text{ mm}^3/\text{m}$. Dari hasil pengujian struktur mikro yang dilakukan pembesaran 200x dan 500x dengan proses etsa pada specimen silinder liner bahan besi cor, maka dapat diambil kesimpulan bahwa jenis besi cor adalah besi cor kelabu dengan tipe grafit A dimana pada tipe ini memiliki serpih-serpih grafit bengkok yang terbagi merata, struktur ini timbul dengan matriks perlit dan ferit sehingga memberikan sifat besi cor yang mempunyai kekerasan tinggi. Terlihat juga warna gelap terang dan permukaan yang tidak rata menandakan besi cor memiliki kerapatan yang lebih rendah dibanding aluminium silikon.

2. Dari hasil pengujian kekerasan dan keausan didapat sifat mekanis dari masing-masing silinder liner, dimana pada silinder aluminium silikon mempunyai nilai kekerasan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai kekerasan besi cor. Adapun untuk besaran nilainya yaitu 150 HB untuk aluminium silikon dan 160 HB untuk besi cor. Dengan mengacu pada nilai kekerasan yang ada, maka silinder liner bahan besi cor lebih tahan terhadap beban indentasi atau penetrasi (penekanan) dibandingkan dengan silinder liner bahan aluminium silikon. Sedangkan untuk nilai keausan yang didapatkan dari pengujian ogoshi pada masing-masing silinder liner, silinder liner bahan aluminium silikon mempunyai nilai ketahanan aus yang lebih baik jika dibandingkan dengan besi cor. Adapun untuk besaran nilainya yaitu $0,00121742133 \text{ mm}^3/\text{m}$ untuk aluminium silikon dan $0,03952944316 \text{ mm}^3/\text{m}$ hal ini terjadi karena besi cor mempunyai kepadatan material yang rendah sehingga mempengaruhi nilai perhitungan spesifik abrasi pada pengujian ogoshi. Dengan

mengacu pada nilai hasil pengujian keausan yang ada, maka dapat disimpulkan jika masa pakai silinder liner bahan aluminium silicon lebih tahan lama dibandingkan dengan silinder liner bahan besi cor.

3. Proses penggantian silinder liner pada silinder blok bisa dilakukan tanpa harus merubah bentuk, ukuran serta fungsi dari silinder liner aslinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Diniardi, A. I. Ramadhan, S. Kirono, and A. Julianto, "Analisa Kekerasan Dan Laju Keausan Blok Silinder Mesin Sepeda Motor Berbahan Paduan Al-Si," no. November, pp. 1–5, 2014.
- [2] Solechan, R. Samsudi, and R. Jp, "Peningkatan Sifat Mekanik Material Ring Piston Bekas Sepeda Motor Supra X Dengan Proses Heat Treatment," 2012.
- [3] M. Yunus, "Analisa Kemampuan Blok Silinder Terhadap Gesekan Piston Pada Sepeda Motor Suzuki Shogun 125 Tahun 2014 Di Bengkel Yelhana Motor," Tek. Sains J. Ilmu Tek., vol. 4, no. 2, pp. 37–44, 2019, doi: 10.24967/teksis.v4i2.644.
- [4] A. K. Samlawi, Teori Dasar Motor Bakar. banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat, 2018.
- [5] Z. Mukhlis, "Pengaruh Konsentrasi Nacl Terhadap Laju Korosi, Perubahan Sifat Mekanik (Kekerasan) Dan Mikrostruktur (Sem) Pada Besi Cor Nodular," University of Muhammadiyah Malang, 2017.
- [6] Setiyono, pengetahuan bahan, perlakuan panas dan material teknik. Jakarta: Engineering Clinic FTUP, 2012.
- [7] S. Darmaputra, "Karakterisasi Lapisan Hasil Proses Nitridisasi Pada Besi Tuang Kelabu Dengan Temperatur 6500c Dan Waktu Penahanan Selama 1 Jam, 2 Jam, 3 Jam," Institut Teknologi Nasional Malang, 2020.
- [8] D. Oleh and A. H. Nim, "Skripsi karakterisasi lapisan hasil proses nitridisasi pada besi tuang kelabu dengan variasi temperatur 450 °, 550 ° dan 650 °c selama 2 jam."
- [9] M. R. Syauqi, "Pengembangan Material White Cast Iron Untuk Prototype Liner Ball Mill Yang Diaplikasikan Pada Pabrik Semen," Institut Teknologi Nasional, 2020.
- [10] Eduardus Lejar Pamungkas Krismiarno, "Variasi Komposisi 0,88; 1,28; Dan 1,77 Persen Mangan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Besi Cor Kelabu," Universitas Sanata Dharma, 2019.