



INFOMATEK

Volume 20 Nomor 1 Juni 2018

## PENGARUH PERBEDAAN KOMPOSISI MANGAN PADA KOMPONEN JAW PLATE TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

Aa Santosa, Muhamad Jimi<sup>\*)</sup>

Program Teknik Mesin  
Fakultas Teknik – Universitas Singaperbangsa Karawang

---

**Abstrak:** Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh perbedaan komposisi Mangan pada komponen *Jaw Plate* terhadap Kekerasan dan struktur mikro. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dari baja Mangan Austenitik meliputi pengujian kekerasan skala Rockwell C yang bertujuan untuk mengetahui kekerasan dan pengujian dampak untuk mengetahui ketangguhan material tersebut. Metoda pengujian dampak yang dilakukan adalah metode *charpy*. Dari hasil penelitian diperoleh kondisi as cast, penambahan Mn akan menaikkan harga kekerasan dan menaikkan harga dampak. Begitu pula pada kondisi setelah dilakukan proses *heat treatment*. Dilakukan proses metalography untuk melihat perubahan fasa pada struktur mikro as cast dan setelah dilakukan proses *heat treatment*, struktur mikro yang terjadi pada baja Mangan Austenitik adalah karbida kompleks,  $\alpha + (\text{FeMn})_3\text{C}$ .

**Kata kunci:** baja Mangan Austenitik, ketangguhan, kekerasan

---

### I. PENDAHULUAN

*Jaw crusher* diperkenalkan oleh Blake dan Dodge, dan beroperasi dengan menerapkan penghancur bertekanan. *Jaw crusher* merupakan salah satu peralatan pemecah batu yang paling terkenal di dunia. *Jaw crusher* sangat ideal dan sesuai untuk melakukan proses penghancuran batu pada tahap pertama dan tahap kedua.

Dalam pengolahan mineral pertambangan, *jaw crusher* dapat digunakan untuk pengolahan

menghancurkan bauksit, bijih tembaga, bijih emas, bijih besi, bijih timah, mangan, bijih perak, bijih seng, alunite, aragonit, arsenik, aspal, ball clay, barit, basal, bentonit, kokas, beton, dolomit, feldspar, granit, kerikil, gipsum, kaolin, batu kapur, marmer, kuarsa, pasir silika, dan lain-lain (ASM Handbook, 2005 [1]).

Untuk mendukung pengoperasiannya, *jaw crusher* membutuhkan komponen yang berkelanjutan supaya mesin bisa terus beroperasi, dimana komponen tersebut adalah *Jaw plate* bagian yang berinteraksi langsung dengan objek yang akan diolah (dihancurkan). *Jaw Plate* adalah salah satu bagian komponen

---

<sup>\*)</sup>aa\_santosa72@yahoo.com

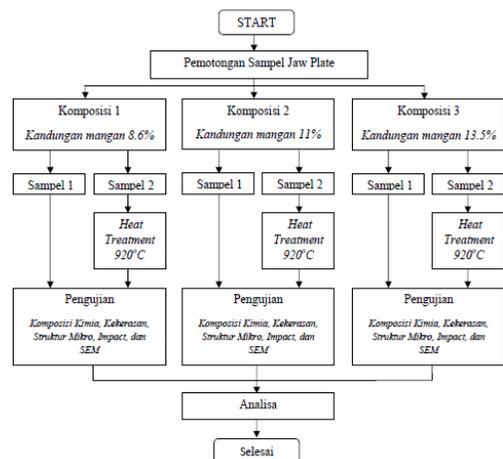
dari mesin *Jaw crusher* yang berfungsi untuk menghancurkan batu-batu yang terdapat di daerah pertambangan. Penggunaan komponen tersebut disyaratkan harus dapat menekan beban yang berat. Karena penggunaan yang berat, maka komponen ini merupakan komponen yang penting pada saat mesin *jaw crusher* dioperasikan (dijalankan). Dibutuhkan sifat mekanik seperti tahan aus, sehingga pada waktu proses pemakaiannya memiliki sifat kekuatan yang tinggi, karena beban pemakaian yang cukup berat (ASTM, 2004 [2]). Secara teknologi material, komponen ini menggunakan baja tahan aus dimana penguasaan teknologi di dalam negeri masih kurang. Secara teknologi proses, karena bentuk komponen ini yang rumit dan terbuat dari baja paduan maka dibutuhkan teknologi proses yang tepat seperti desain pengecoran, pemilihan cetakan, pemaduan dan proses peleburan serta proses perlakuan panas (*heat treatment*) untuk dapat menghasilkan produk dengan standar yang disyaratkan.

Pembuatan *jaw plate* dilakukan dengan menggunakan teknik pengecoran (*gravity casting*) dimana teknik pengecoran ini menggunakan cetakan pasir sebagai wadah pembuatan *jaw plate*, proses dimulai dengan cara pembuatan pola awal *jaw plate* dengan menggunakan kayu, selanjutnya dari pola tersebut dibuat cetakan *jaw plate* dari pasir (Amanto, 1999 [3]).

Diharapkan hasil penelitian ini dapat memperoleh teknologi material maupun teknologi proses untuk menghasilkan *Jaw plate* dengan kualitas yang baik, sekaligus mendapatkan teknologi proses yang dapat diterapkan di dalam negeri serta memiliki nilai ekonomis yang baik. Pada akhirnya akan berdampak terhadap kemandirian serta dapat meningkatkan pertumbuhan industri nasional.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

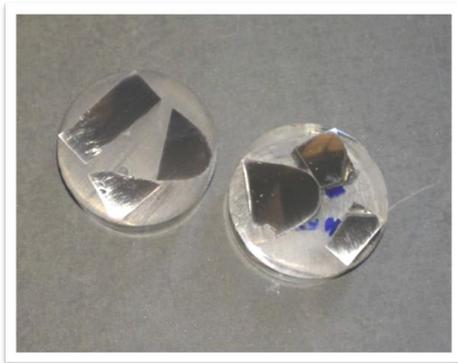
Penelitian mengenai pengaruh perbedaan komposisi Mangan pada komponen *Jaw Plate* terhadap kekerasan dan struktur mikro dilakukan berdasarkan praktek yang dilaksanakan di MIDC Jln. Sangkuriang No.12 Bandung, bagian pengecoran. Dari hasil penelitian diharapkan dapat diketahui pengaruh prosentase Mangan terhadap kekerasan dan struktur mikro. Alur penelitian selengkapnya mengikuti diagram alir di pada Gambar 1.



**Gambar 1**  
**Diagram alir Proses Penelitian dan Pengujian Jaw Plate**

### 1. Pemotongan sampel uji

Pemotongan sampel uji dilakukan dengan menggunakan gergaji mesin, dari setiap masing-masing komposisi dipotong menjadi dua bagian, dan dari dua bagian tersebut di potong kembali untuk mendapatkan ukuran sampel yang lebih kecil, dari ketiga komposisi yang dipotong maka didapatkan 6 sampel untuk pengujian.



Gambar 2

Pemotongan sampel yang sudah dimounting

### 2. Perlakuan Panas

Setelah proses pemotongan untuk keperluan pengujian, sampel selanjutnya masuk ke proses Perlakuan Panas, dari 6 sampel yang tersedia hanya 3 sampel yang mendapat proses perlakuan panas, 3 sampel tersebut mewakili dari setiap komposisi yang ada. Ketiga sampel uji diberi perlakuan panas dengan metode Austenisasi sampai pada suhu 920°C dan *holding time* atau ditahan selama 1 jam pada suhu dalam tungku, setelah ditahan selama 1 jam kemudian dilakukan pendinginan atau *quenching* dengan

metode pendinginan cepat (*direct quenching*) dengan menggunakan media pendingin air.

### 3. Pengujian kekerasan

Uji kekerasan dilakukan pada sampel awal, sampel yang telah mendapat perlakuan panas dan kedua sampel yang tidak mendapat perlakuan panas. Dalam pengujian kekerasan pada penelitian ini metode uji kekerasan yang dilakukan adalah uji kekerasan Rockwell. Untuk pengujian dengan metode Rockwell dipakai standar Rockwell C, yaitu menggunakan indentor kerucut intan dan beban 150 kg. Setiap spesimen diuji keras sebanyak 5 kali dan diambil rata-ratanya, lama waktu indentsi adalah 2 detik untuk selanjutnya dilakuka pengujian struktur mikro, pengujian komposisi, pengujian impact sesuai standar yang berlaku di MIDC.

## III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Telah dilaksanakan pengujian terhadap *jaw plate* yang ditunjukkan pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 1

Komposisi Kimia *Jaw Plate Ascast 1*

Jaw plate	Komposisi Kimia						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu
Ascast 1	1,7	1,1	8,6	0,04	<0,002	3,5	0,1

Tabel 2

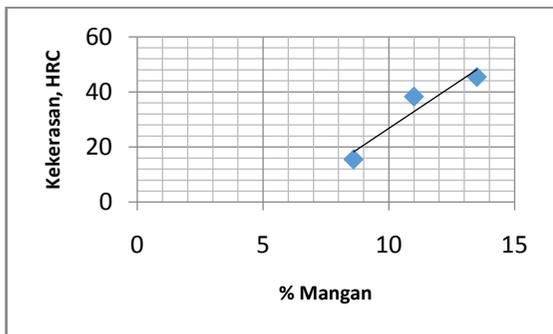
Komposisi Kimia *Jaw Plate Ascast 2*

Jaw plate	Komposisi Kimia						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu
Ascast 2	1,7	0,7	11	0,04	<0,002	1,7	0,1

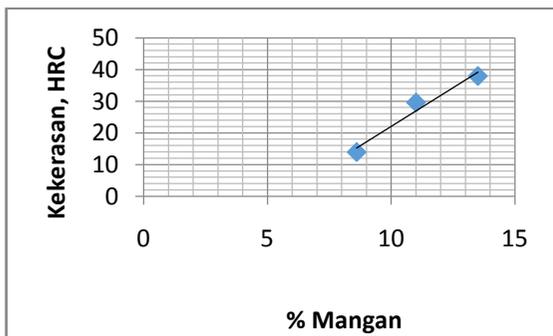
**Tabel 3**  
**Komposisi Kimia *Jaw Plate Ascast 1***

Jaw plate Ascast 3	Komposisi Kimia						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu
	1,0	0,6	13	0,04	<0,002	0,3	<0,001

Setelah dilakukan pengujian komposisi maka dilakukan pengujian kekerasan terhadap *Jaw Plate*.



**Gambar 3**  
**Data pengujian Rockwell *jaw plate ascast***



**Gambar 4**  
**Data pengujian Rockwell *Jaw plate Heat Treatment***

Terlihat proses laku panas pada proses *hardening* dengan mendinginkan cepat selain berpengaruh terhadap komposisi dan struktur mikro juga berpengaruh terhadap nilai

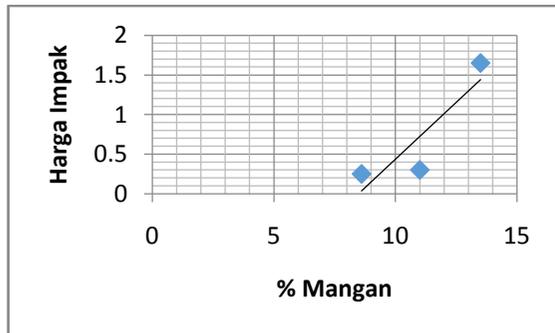
kekerasan. Semakin cepat laju pendinginan semakin banyak pula terbentuk martensit.

Spesimen yang tanpa mendapatkan perlakuan *hardening* memiliki kekerasan rendah. Struktur kristal ferrit yang dominan menjadikan rendahnya nilai kekerasan pada spesimen. Namun jumlah terbentuknya  $Fe_4Mn_5$  yang berstruktur FCC serta karbida mangan  $(FeMn)_3C$  menumbangkan nilai kekerasan pada baja mangan yang tanpa diberi perlakuan *hardening*. Sehingga nilai yang dicapai hampir sama atau masih kurang signifikan jika dibandingkan dengan yang mendapatkan perlakuan panas berupa *hardening*. Pada spesimen yang diberikan perlakuan panas berupa *hardening* dengan didinginkan cepat memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan spesimen baja mangan tanpa mendapatkan perlakuan. Unsur martensit berperan penting dalam meningkatkan nilai kekerasan. Adanya tegangan akibat dari karbon yang terperangkap ke dalam struktur kristal BCT. Martensit merupakan larutan padat lewat jenuh ini adalah struktur yang metastabil.

Selama pendinginan, terjadi perpindahan panas spesimen dengan media pendingin. Kontak antara media pendingin dengan spesimen mengakibatkan perubahan temperatur yang relatif cepat dan berbeda-beda. Semakin cepat laju pendinginan yang

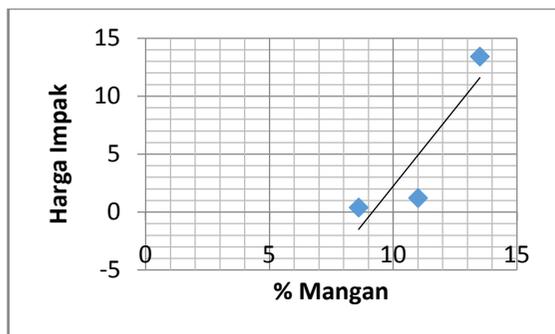
terjadi maka akan semakin tinggi nilai kekerasan yang diperoleh oleh baja.

Proses selanjutnya dilakukan pengujian impak terhadap jaw plate yang ditunjukkan pada grafik berikut.



Gambar 5

Grafik Harga Impak Terhadap % Mangan, as cast



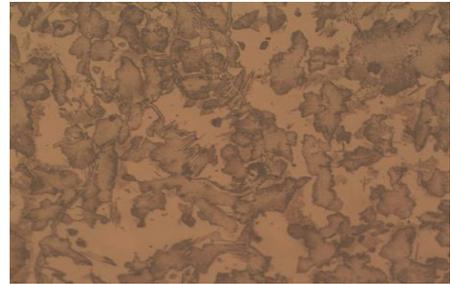
Gambar 6

Grafik Harga Impak Terhadap % Mangan, Heat Treatment

Harga impak lebih tinggi dibandingkan jaw plate yang tidak mengalami heat treatment.

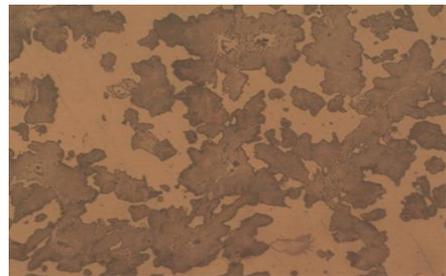
Baja mangan termasuk dalam katagori baja mangan austenitic, baja dengan kandungan Mn (mangan) yang tinggi dengan kandungan

Carbon antara 0,8-1,25% C serta nilai kekerasan as cast 15,6 sampai 45,44 HRC.



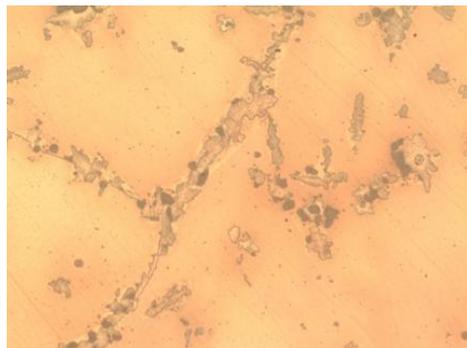
Gambar 7

Struktur Mikro Jaw Plat ascast Mn 8.6 %, pembesaran 200x



Gambar 8

Struktur Mikro Jaw Plate ascast Mn 11 %, pembesaran 200x

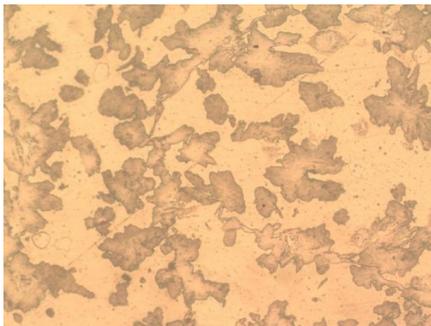


Gambar 9

Struktur Mikro Jaw Plate ascast Mn 13.5 %, pembesaran 200x

Dengan struktur fasa austenite yang stabil hingga temperatur kamar. Baja mangan

memiliki kekerasan, kekuatan dan ketangguhan, keuletan dan ketahanan terhadap aus yang tinggi. Baja mangan berbeda dari baja lain yang mendapatkan pengerasan permukaan dengan kedalaman kekerasan tetap seperti *nitriding* dan *carburizing*. Kekerasan yang dimiliki baja mangan terdapat keuletan yang tinggi didalamnya. Sehingga dapat dikatakan baja mangan memiliki ketangguhan yang tinggi. Perlakuan panas diberikan untuk mendapatkan nilai kekerasan tertentu pada baja mangan. Perlakuan panas dengan didinginkan cepat menggunakan media pendingin air memberikan nilai kekerasan yang tinggi. Dengan demikian memperpanjang usia pemakaian pada baja mangan tersebut. Salah satu metode perlakuan panas yang dilakukan dalam penelitian ini untuk meningkatkan nilai kekerasan suatu baja yaitu dengan melakukan *quenching*, yaitu perlakuan panas dengan cara memanaskan baja pada temperatur austenisasinya kemudian didinginkan dengan cepat.



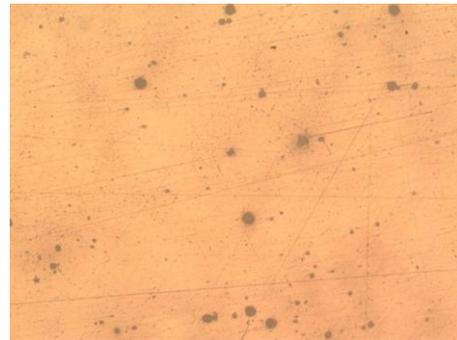
**Gambar 10**

**Struktur Mikro Jaw Plate Heat Treatment Mn 8.6 %,  
pembesaran 200x**



**Gambar 10**

**Struktur Mikro Jaw Plate Heat Treatment Mn 11 %,  
pembesaran 200x**



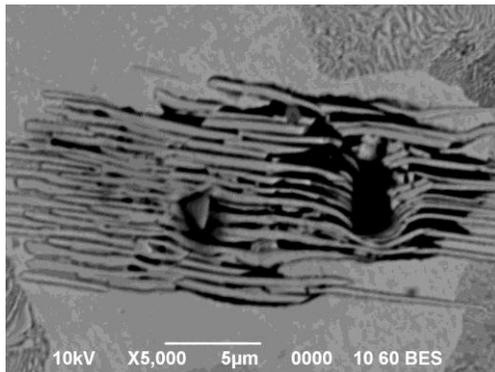
**Gambar 11**

**Struktur Mikro Jaw Plate Heat Treatment Mn 13.5 %,  
pembesaran 200x**

Perbedaan jumlah martensit yang terbentuk berbeda seiring kecepatan laju pendinginnya. Semakin cepat laju pendinginan maka semakin cepat pula martensit yang terbentuk pada pendinginan setelah pemanasan 950°C. Perbandingan nampak kontras pada pendinginan air dengan pendinginan oli. Pada pendinginan air martensit yang terbentuk 90% sedangkan pada pendinginan oli martensit

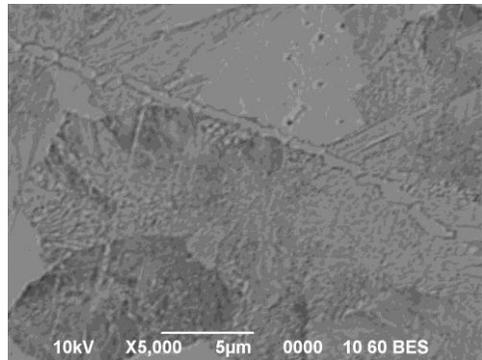
hanya terbentuk 40% lebih sedikit jika dibandingkan dengan pendinginan air.

Waktu pendinginan yang lebih lambat, pada pendinginan oli mengakibatkan austenit tidak seluruhnya bertransformasi menjadi martensit (Gambar 12). austenit sisa memiliki waktu untuk bertransformasi menjadi ferrit dan austenit. Austenit yang terbentuk stagnan tetap menjadi gamma (FCC) terbentuk karena setelah dipanaskan hingga temperatur 950°C kemudian didinginkan hingga temperatur kamar unsur mangan yang tinggi pada baja hadfield berikatan dengan Besi Fe dan O sehingga terbentuk  $Fe_4MnO_5$  dengan struktur kristal FCC (gamma) austenit.



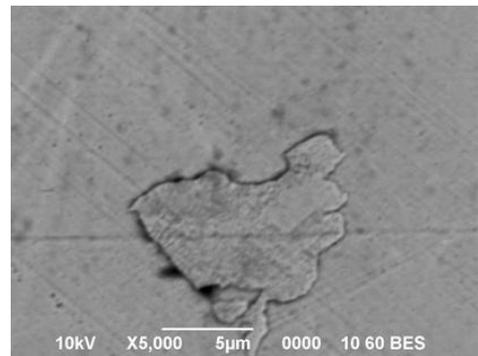
**Gambar 12**

Hasil foto *Jaw Plate* ascast Mn 8,6 %



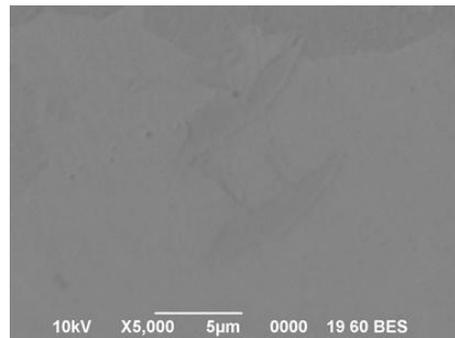
**Gambar 13**

Hasil foto SEM *jaw plate* ascast Mn 11 %



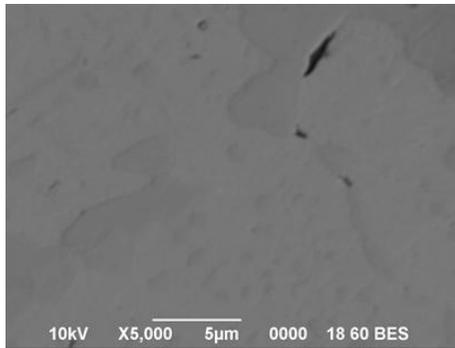
**Gambar 14**

Hasil foto SEM *jaw plate* ascast Mn 13.5 %



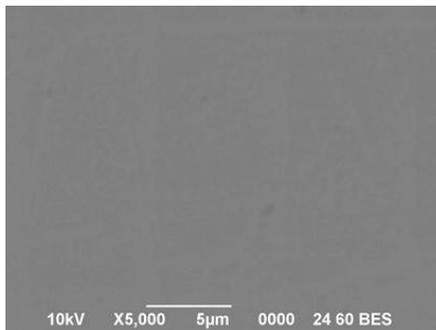
**Gambar 15**

Hasil foto SEM *jaw plate* Heat Treatment Mn 8.6 %



**Gambar 16**

Hasil foto SEM *jaw plate Heat Treatment Mn 11 %*



**Gambar 17**

Hasil foto SEM *jaw plate Heat Treatment Mn 13.5 %*

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan baik pada material as cast maupun material yang sudah mengalami proses heat treatment, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Material yang digunakan untuk membuat *Jaw plate* adalah Baja mangan austenitik
2. Sifat mekanik yang diperlukan untuk *jaw plate* adalah selain kekerasan

juga harus memiliki sifat mekanik ketangguhan yang baik karena proses kerja dari *Jaw plate* selain mengalami gesekan dengan benda keras juga mengalami benturan-benturan secara tiba-tiba.

3. Dilihat dari hasil pengujian terhadap material *jaw plate* terjadi perubahan harga impact dengan bertambahnya prosentase Mangan.
4. Struktur mikro yang terjadi pada Baja Mangan adalah Karbida Komplek,  $\alpha + \text{Fe}(\text{Mn})_3\text{C}$
5. Penambahan unsur Mangan dalam Baja dapat menaikkan kuat tarik, sehingga Baja mempunyai sifat kuat dan tangguh.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASM Handbook. 2005. Volume 1, Properties and Selection : Iron Steels and High Performance Alloys. ASM International
- [2] ASTM E 10-01. 2004. Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials ASTM International
- [3] Amanto, Hari. 1999. Ilmu Bahan. Bumi Aksara, Jakarta
- [4] Amstead, BH.1997. Teknologi Mekanik jilid 1. Erlangga, Jakarta