

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

M4-007 SPEKTROMETRI AKIBAT PENAMBAHAN UNSUR LOGAM ALUMINIUM PADA PADUAN PERUNGGU SEBAGAI BAHAN GAMELAN

I Gusti Ngurah Priambadi¹⁾, I Ketut Gede Sugita²⁾, Fendy Irawan³⁾

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran Bali, Telp (0361- 703321), Fax(0361- 703321)
E_mail : priambadi@me.unud.ac.id

ABSTRAKS

Gamelan adalah merupakan alat musik tradisional mempunyai bahan dari perunggu yang merupakan paduan murni Cu-Sn. Dalam pembentukan bahan pengerajin gamelan biasanya membuat komposisi perunggu tersebut dengan perbandingan 78%Cu – 22 % Sn dengan penambahan unsur logam aluminium kedalam paduan Cu-Sn yang bertujuan sebagai penguat agar saat penempaan (forging) tidak patah, aluminium yang ditambahkan tidak melebihi 10 % (prosentase berat). Dalam penelitian dilakukan analisa terhadap dampak dari penambahan aluminium dengan variasi 6 %, 7% dan 9 % pada bahan gamelan tersebut kemudian dilakukan uji spektrometri untuk mengetahui komposisi dan uji mekanis sehingga diketahui kualitas bahannya.

Dari hasil analisa yang dilakukan menunjukkan bahwa penambahan unsur logam aluminium mengakibatkan terjadinya perubahan prosentase komposisi kimia paduan perunggu tersebut dan sifat mekanisnya meningkat secara signifikan (sesuai dengan yang dilakukan) pada paduan dasar.

Kata kunci : Paduan dasar, Aluminium, Spektrometri

1.1 PENDAHULUAN

1.1.1 Latar belakang

Salah satu budaya khas Bali adalah alat musik gamelan. Selain untuk mengiringi upacara keagamaan, gamelan juga dipakai dalam bidang kesenian seperti tari, barong, wayang, dll. Walaupun dari segi biaya sebetulnya seperangkat gamelan itu harganya relatif cukup mahal, bukanlah suatu halangan bagi warga suatu Banjar atau Sekaha Gong mengeluarkan biaya secara patungan untuk membelinya.

Proses pembuatan gamelan sampai saat ini masih dilakukan secara tradisional. Para pengerajin gamelan masih menggunakan metode atau cara yang sangat sederhana, yang mereka dapatkan secara turun- temurun baik dalam hal persiapan materialnya, maupun dalam proses pengecorannya. Dalam proses pembuatannya masih menggunakan tungku tradisional, yang berbahan bakar arang kayu. Komposisi campuran antara unsur logam tembaga (Cu) dan timah putih (Sn) yang biasanya dipakai pengerajin dalam membuat gamelan Bali, dengan komposisi 78%Cu – 22%Sn. Karena proses pembuatan

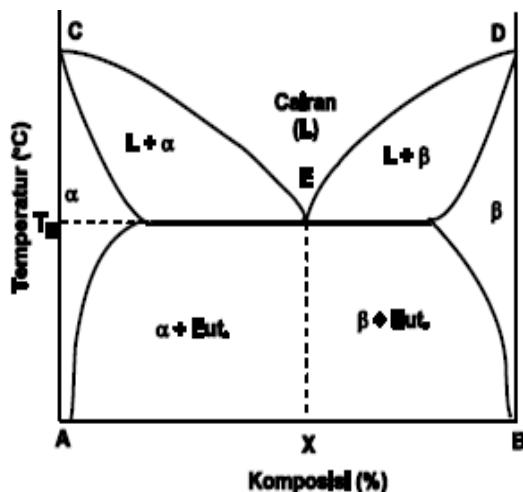
dan persiapan material masih dilakukan secara sederhana, menyebabkan beberapa parameter dalam proses pengecoran ini agak sulit terkontrol. Misalnya pada saat proses pengecoran, dimana tidak dilakukan pemantauan atau pengukuran temperatur logam cair ataupun temperatur saat penuangan logam cair kedalam cetakan. Serta bahan dasar yang digunakan memiliki kemurnian kurang dari 100% dan juga tidak adanya pengontrolan kembali akan prosentase komposisi setelah akhir proses pengecoran. Akibatnya, akan berpengaruh pada kekuatan material bahan paduan perunggu gamelan itu sendiri. Pada gamelan sering terjadi kegagalan material yaitu retak, patahan dan pecah. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, bisa dari segi pembebangan, pembuatan maupun komposisi dari bahan paduannya.

1.1.2 Teknologi pengecoran logam

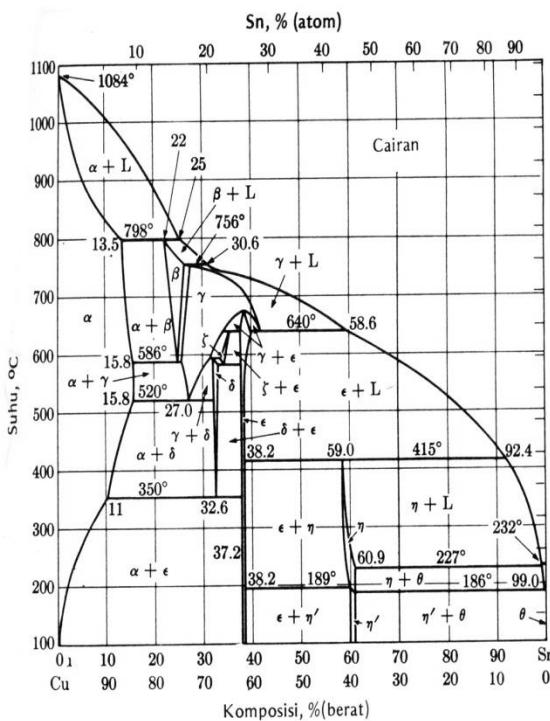
Pengecoran (*casting*) adalah salah satu proses yang digunakan dalam pembentukan logam dimana bahan logam dicairkan atau dipanaskan sampai temperatur tertentu dalam suatu tungku, kemudian logam cair tersebut dialirkan atau dibawa dan dituangkan pada suatu cetakan. Dalam cetakan tersebut logam cair dibiarkan sampai dingin atau membeku sebelum dikeluarkan. Dengan demikian, dalam proses pengecoran logam, dua hal yang penting adalah

1.1.3 Diagram keseimbangan paduan

Diagram keseimbangan suatu paduan menunjukkan perubahan-perubahan fase yang dialami karena adanya perubahan temperatur dan komposisi dari logam penyusunnya. Perubahan-perubahan fase tersebut akan mempengaruhi sifat-sifat dari paduan.



Gambar 1.1 Sketsa dari diagram keseimbangan paduan biner antara logam A dan logam B



Gambar 1.2 Diagram fase paduan tembaga-timah
(Sumber : Surdia, Tata, Pengetahuan Bahan Teknik)

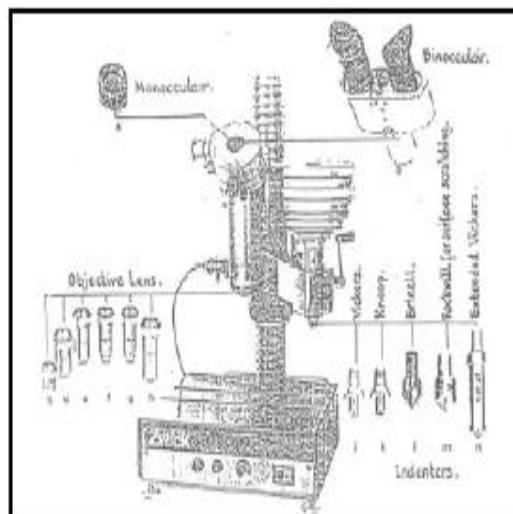
1.1.4 Spektrometri

Untuk pengujian dan mencegah terjadinya kerancuan identitas dari suatu material serta diketahui sifat-sifat atau karakteristik dari material tersebut, maka perlu dilakukan pengujian spektrometri untuk pengidentifikasiyan identitas dari suatu material. Karena persentase komposisi kimia yang terdapat pada material paduan tersebut, mempunyai korelasi terhadap kekuatan material. Pengujian spektrometri adalah pengujian yang pada dasarnya untuk mengetahui unsur-unsur kimia yang ada pada suatu material. Mesin uji spektrometri yang dilakukan oleh penulis adalah *SPECTROMETER GVM 514 S*.

1.1.5 Kekerasan Bahan

Kekerasan dapat didefinisikan sebagai kemampuan bahan untuk tahan terhadap goresan, pengikisan (abrasi), identasi atau penetrasi. Sifat ini berkaitan dengan sifat tahan aus (wear resistance), kekerasan juga mempunyai korelasi dengan kekuatan. Ada beberapa cara pengujian kekerasan yang standar untuk menguji kekerasan logam. Cara-cara tersebut seperti pengujian *Brinell*, *Rockwell*, dan *Vickers*. Dalam pembahasan penulisan ini, yang dipergunakan adalah pengujian kekerasan *Vickers*.

Mesin uji kekerasan yang dilakukan oleh penulis adalah menggunakan Zwick *Hardness Testing Machine* tipe 3212 B, buatan Zwick Gmbh & Co, Jerman. Mesin pengujian kekerasan ini didasarkan pada standard DIN 51225 (Jerman) dan ISO/R 146. Mesin ini menggunakan indentor untuk *vickers* yang disesuaikan dengan standar : kekerasan *Vickers*, standart DIN 50 133, ISO/R 81, ISO/R 192 dan ISO/R 399.



Gambar 1.3 Mesin Uji Kekerasan Vickers

Angka kekerasan *Vickers* dihitung dengan :

$$HVN = \{ 2P \sin(\alpha/2) \}/d^2 = 1,854 P/d^2$$

Dimana :

$$HVN = \text{Angka kekerasan } Vickers \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

P = Gaya tekan (kg)

$$D = \text{Diagonal tapak tekan rata-rata (mm)} = (d_1 + d_2)/2$$

$$\alpha = \text{Sudut puncak indentor} = 136^0$$

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang diangkat pada penelitian ini yaitu seberapa besar prosentase komposisi kimia yang terjadi pada paduan perunggu gamelan Bali akibat penambahan unsur logam aluminium dan bagaimana pengaruhnya terhadap perubahan sifat mekanis paduan perunggu tersebut.

1.3 Batasan masalah

1. Penelitian hanya dilakukan pada pengujian spektrometri yang dapat mengetahui prosentase komposisi kimia paduan perunggu gamelan.
2. Perlakuan yang didapatkan oleh masing-masing spesimen diasumsikan sama (sesuai dengan proses pengecoran yang dilakukan oleh pengrajin gamelan Bali di Banjar/Desa Tihingan, Kecamatan Banjarangkan, Kabupaten Klungkung, Propinsi Bali)
3. Logam Cu, Sn, dan Al yang digunakan untuk paduan mengacu pada logam yang ada dilapangan.
4. Tidak memperhitungkan kualitas noda.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Diharapkan dapat diketahui prosentase komposisi kimia yang terjadi pada bahan paduan perunggu gamelan Bali akibat penambahan unsur logam aluminium.
2. Diharapkan dapat diketahui pengaruh perbedaan komposisi kimia terhadap perubahan kekuatan mekanis paduan perunggu gamelan Bali akibat penambahan unsur logam Aluminium.

1.5 Manfaat

1. Mendapatkan komposisi paduan bahan gamelan Bali yang lebih kuat dan dari segi ekonomi dapat menghemat biaya karena kegagalan pada bahan dapat dikurangi.
2. Sebagai bahan pertimbangan bagi pengrajin dalam pembuatan gamelan Bali.

2.1 METODE PENELITIAN

2.1.1 Perlakuan dan langkah penelitian

Paduan dasar (*master alloy*) sesuai dengan yang dipakai pengrajin gamelan Bali adalah terdiri dari 78%Cu-22%Sn. Dibuat dengan mencairkan logam-logam murninya di dalam suatu tungku sampai temperatur 1100°C, kemudian dituangkan kedalam cetakan dan didinginkan secara perlahan sampai mencapai temperatur kamar. Paduan dasar tersebut kemudian dibagi atau dikelompokkan menjadi 4 kelompok. Kelompok pertama dibiarkan apa-adanya, tetapi tiga kelompok lainnya dicairkan kembali secara terpisah-pisah. Dalam keadaan cair atau temperatur telah mencapai 1100°C, kedalam tiga kelompok tadi masing-masing ditambahkan unsur logam aluminium yang beratnya bervariasi yaitu 6%, 7% dan 9%. Setelah semua logam tercampur, kemudian logam-logam cair tersebut dituangkan kedalam masing-masing cetakan yang telah dipersiapkan.

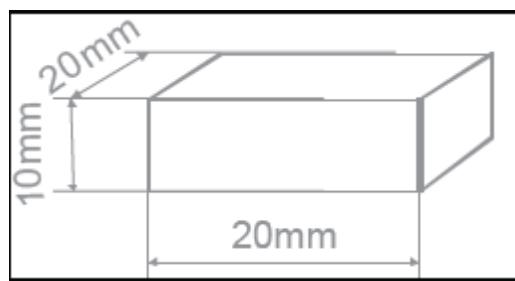
Dengan demikian keempat kelompok hasil coran tersebut ditandai dengan notasi sbb;

Kelompok I : Paduan [78%Cu-22%Sn],

Kelompok II : Paduan [78%Cu-22%Sn]+ 6% Al

Kelompok III: Paduan [78%Cu-22%Sn]+ 7% Al

Kelompok IV: Paduan [78%Cu-22%Sn]+ 9% Al



Gambar 2.1 Dimensi spesimen

Keempat jenis spesimen diatas selanjutnya dilakukan uji spektrometri. Pengujian spektrometri yang dimaksud disini adalah pengujian komposisi kimia pada masing-

masing paduan. Hasil yang didapat berupa prosentase komposisi kimia. Data-data yang didapat dari setiap paduan kemudian dibandingkan dengan data paduan lainnya, perbedaan data ini kemudian dianalisis

2.2 Pengujian spektrometri

Untuk persiapan spesimen, perlu dilakukan proses pemotongan sesuai dimensi yang diinginkan. selanjutnya proses penghalusan permukaan dengan cara di *grinding* dan juga *polishing*. Pengujian spektrometri dilakukan setelah spesimen melewati proses pemesinan. Masing-masing spesimen dikenakan 3 kali penembakan pada permukaan atasnya dengan 3 titik yang berbeda. Bekas *spark* pada spesimen dapat dilihat pada gambar 2.2 Hasil dari pengujian tersebut berupa data prosentase komposisi kimia.



Gambar 2.2 Bekas spark pada spesimen uji spektrometri

3.1 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Analisis data

Data yang didapatkan dari pengujian spektrometri paduan perunggu gamelan akibat penambahan unsur logam aluminium berupa prosentase berat pada masing-masing unsur. Data pengujian spektrometri tersebut kemudian dianalisis, dimana nilai yang didapat merupakan hasil rata-rata dari data tiap-tiap pengujian. Data yang didapat dari pengujian Spektrometri memberikan penjelasan bahwa ternyata komposisi kimia pada paduan I, II, III, dan IV adalah berubah dari yang direncanakan. Hal ini sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti tingkat kemurnian dari pada bahan dasar serta reaksi kimia yang terjadi pada saat proses pengecorannya. Sebagian besar logam yang ditemukan dialam dalam bentuk senyawa (ikatan) yang sangat stabil, sehingga memerlukan proses yang sangat kompleks untuk pemurniannya. Sangat sukar menemukan bahan (logam) yang benar-benar murni di alam. Sedangkan untuk pengujian kekerasan (Uji terhadap sifat mekanis bahan) memberikan penjelasan bahwa penambahan unsur aluminium memberikan pengaruh terhadap peningkatan kekerasan paduan perunggu gamelan Bali, yaitu nilai kekerasan pada paduan I lebih rendah dari pada paduan II, paduan II lebih rendah dari pada paduan III, dan paduan III lebih rendah dari pada paduan IV. Adapun data hasil uji Spektrometri maupun uji Kekerasan i dapat di lihat pada tabel berikut :

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

UNSUR (%)	No Pengujian			Rata-rata
	1	2	3	
Cu	73.9200	74.1800	74.1300	74.0500
Sn	12.7000	12.7000	12.7000	12.7000
Al	0.0000	0.0003	0.0040	0.0014
Pb	13.1000	12.9000	13.0000	13.0000
Zn	0.0070	0.0000	0.0000	0.0023
Ni	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Fe	0.0384	0.0348	0.0370	0.0367
Si	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mn	0.0014	0.0009	0.0011	0.0011
Cr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
P	0.0793	0.0810	0.0807	0.0803
S	0.0046	0.0007	0.0039	0.0031
As	0.0961	0.0843	0.0947	0.0917

Tabel 3.1 Data hasil uji Spektrometri Paduan I [78%Cu-22%Sn]

UNSUR (%)	No Pengujian			Rata-rata
	1	2	3	
Cu	73.6800	72.5600	73.8000	73.3470
Sn	9.8900	11.9000	12.1000	11.2970
Al	1.3200	1.2700	1.3400	1.3100
Pb	13.7000	12.5000	10.9000	12.3670
Zn	0.1380	0.1440	0.1770	0.0940
Ni	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Fe	0.0027	0.0232	0.0049	0.0103
Si	0.0307	0.0368	0.0426	0.0367
Mn	0.0027	0.0024	0.0020	0.0024
Cr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
P	0.1060	0.0990	0.0889	0.0980
S	0.0014	0.0000	0.0003	0.0006
As	1.1700	1.4600	1.5700	1.4000

Tabel 3.2 Data hasil uji Spektrometri Paduan II [78%Cu-22%Sn] + 6%Al

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

UNSUR (%)	No Pengujian			Rata-rata
	1	2	3	
Cu	74.5000	72.4100	74.5200	73.8100
Sn	12.0000	11.5000	12.1000	11.8670
Al	1.4000	1.6500	1.3600	1.4700
Pb	9.9700	12.4000	9.8800	10.7500
Zn	0.1960	0.1710	0.1880	0.1850
Ni	0.0000	0.0190	0.0000	0.0063
Fe	0.0173	0.0187	0.0307	0.0222
Si	0.0495	0.0490	0.0490	0.0491
Mn	0.0018	0.0020	0.0015	0.0018
Cr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
P	0.0803	0.0882	0.0779	0.0821
S	0.0000	0.0005	0.0000	0.0002
As	1.8000	1.6500	1.8000	1.7500

Tabel 3.3 Data hasil uji Spektrometri Paduan III [78%Cu-22%Sn] + 7%Al

UNSUR (%)	No Pengujian			Rata-rata
	1	2	3	
Cu	77.6400	75.1700	73.6600	75.4900
Sn	12.3000	13.7000	15.2000	13.7330
Al	3.2400	3.8900	4.0900	3.7400
Pb	5.5600	6.4700	6.2600	6.0970
Zn	0.1680	0.0000	0.0000	0.0560
Ni	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Fe	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Si	0.0502	0.0672	0.0828	0.0667
Mn	0.0098	0.0175	0.0282	0.0185
Cr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
P	0.0215	0.0110	0.0352	0.0226
S	0.0073	0.0059	0.0040	0.0057
As	1.0500	0.7140	0.6460	0.8033

Tabel 3.4 Data hasil uji Spektrometri Paduan IV [78%Cu-22%Sn] + 9 %Al

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

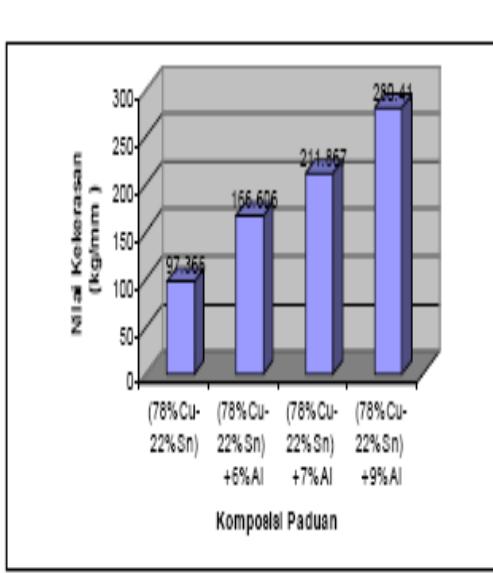
Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

UNSUR (%)	Paduan I	Paduan II	Paduan III	Paduan IV
Cu	74.0500	73.3470	73.8100	75.4900
Sn	12.7000	11.2970	11.8670	13.7330
Al	0.0014	1.3100	1.4700	3.7400
Pb	13.0000	12.3670	10.7500	6.0970
Zn	0.0023	0.0940	0.1850	0.0560
Ni	0.0000	0.0000	0.0063	0.0000
Fe	0.0367	0.0103	0.0222	0.0000
Si	0.0000	0.0367	0.0491	0.0667
Mn	0.0011	0.0024	0.0018	0.0185
Cr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
P	0.0803	0.0980	0.0821	0.0226
S	0.0031	0.0006	0.0002	0.0057
As	0.0917	1.4000	1.7500	0.8033

Tabel 3.5 Nilai rata-rata dari masing-masing paduan

	Kadar aluminium dari berat paduan dasar			
	0%	6%	7%	9%
Nilai kekerasan (HVN)	90.347	192.924	206	270.089
	102.644	186.848	228.255	296.64
	99.344	154.866	206	296.64
	93.205	153.975	228.255	285.121
	95.331	155.766	206	233.137
	96.641	175.527	206	264.008
	97.53	143.056	206	268.039
	95.331	168.203	206	285.121
	99.344	175.527	206	274.26
	107.649	167.194	206	296.64
	97.53	148.785	206	285.121
	96.201	175.527	229.865	296.64
	115.875	186.848	206	301.444
	97.53	165.204	231.493	296.64
	86.861	122.521	206	233.137
	86.486	192.924	206	303.889
Jumlah	1557.849	2665.695	3389.868	4486.566
Banyak pengamatan	16	16	16	16
Rata-rata	97.366	166.606	211.867	280.41

Tabel 3.6 Data hasil uji kekerasan pada masing-masing paduan



Gambar 1.6 Grafik uji kekerasan

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Terjadi korelasi antara perubahan komposisi kimia dengan perubahan kekuatan mekanis. Dimana hasil uji kekerasan pada paduan perunggu gamelan akibat adanya penambahan unsur logam aluminium menunjukkan peningkatan kekerasan pada paduan yang signifikan seiring dengan bertambahnya prosentase kandungan aluminium.

DAFTAR PUSTAKA

1. Lee, Lieng Huang, “Characterization Of Metal And Polymer Surface volume 1 Metal Surface”, Academic Press, 1977.
2. Sastrohamidjojo, DR. Hardjono, “Spektroskopi”, Liberty, Yogyakarta, 1985.
3. Smallman,R.E and R.J.Bishop, “Metalurgi Fisik Modern Dan Rekayasa Material”, Erlangga, Jakarta, 2000.
4. Stolyarova,V.L and G.A.Semenov, “Mass Spectrometric Study Of The Vaporization Of Oxide System”, John Wiley & Sons Ltd,1994.
5. Surdia, Tata and Chiijiwa Kenji, “Teknik Pengecoran Logam”. PT Pradnya Paramita, Jakarta (1987) pp. 17-20.
6. Surdia, Tata and Saito Shinroku, “Pengetahuan Bahan Teknik”, PT Pradnya Paramita, Jakarta,1999.
7. Vlack, Van and Lawrence H, “Elemen-elemen Ilmu Dan Rekayasa Material”. Erlangga, Jakarta, 2001.