

## Pengaruh Fraksi Volume Serat Buah Lontar terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Impak Komposit Bermatrik Polyester

Yustian Bella, Wahyono Suprpto, Slamet Wahyudi  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang  
Jl. MT Haryono 167 Malang 65145  
Phone: +62-341-587711, Fax: +62-341-554291  
E-mail: yustianbella@gmail.com

### Abstract

*In the industrial world nowadays, natural fiber has been widely developed as an important part in the preparation of composite material. Lontar Fruit is a natural commodity enriched with fiber but still less maximally utilized. Lontar Fruit fiber is then composed with polyester matrix to be an alternative material to the preparation of polymer-based helmet and gas tube. Research attempts to examine the tensile and impact strengths of this application. In this research, therefore, polyester resin is composed with Lontar Fruit fiber and this composite is treated with alkali 5 % NaOH for 30 minutes. Preliminary test has indicated that the tensile strength of genuine single fiber (without treatment) is 33.3 N/mm<sup>2</sup> and the maximal tensile strength of single fiber is 36.96 N/mm<sup>2</sup> after treatment with alkali 5 % NaOH for 30 minutes. After this preliminary test, the composite is then tested by treating Lontar Fruit fiber with alkali 5 % NaOH for 30 minutes upset time against various volume fractions of Lontar Fruit fiber, respectively at 0 %, 5 %, 15 %, 25 % and 35%. It is then by the results, the favorable mechanic attributes, precisely the tensile strength and impact strength of the polyester matriculated composite with Lontar Fruit fiber as the reinforce, can be explained as follows. The best tensile strength of the composite is 47.7 MPa found at volume fraction variation of 15 %. The best impact strength of the composite is 30.1519179 J observed at volume fraction of 35 %.*

**Keywords:** Lontar Fruit Fiber, Tensile Strength, Impact Strength, Composite

### PENDAHULUAN

Buah lontar merupakan hasil alam yang buahnya mempunyai banyak serat hampir 30 % - 40 % dari bijinya [1]. Penyebaran tanaman lontar ini merambah ke berbagai wilayah lain, seperti Afrika tropik, Myanmar, Thailand, dan Malaysia. Di Indonesia tanaman lontar ini banyak dijumpai di daerah-daerah kering, terutama sekitar pantai, dan semakin ke wilayah timur Indonesia maka semakin banyak jumlah populasinya [2].

Kandungan serat yang dimiliki buah lontar tentunya bisa dimanfaatkan sebagai penguat di dalam suatu komposit non logam yang tentu ke depan bisa menggantikan komposit logam yang jauh lebih mahal harganya. Kelebihan dari komposit bila dibandingkan dengan logam adalah memiliki sifat mekanik yang baik, mudah diperoleh, murah ringan tahan korosi dan ramah

lingkungan sehingga dapat menjadi bahan alternatif selain logam [3].

Pemanfaatan serat alam seperti serat tebu [4], serat gebang [5] sebagai bahan komposit dengan matrik polyester telah diteliti terhadap sifat mekaniknya. Dalam penggunaan serat alam tentunya tidak bisa digunakan sebagai penguat dalam suatu komposit karena masih adanya kandungan pengotor seperti gajah, pati dan selulosa. Karena kandungan tersebut akan menyebabkan ikatan antara serat dan matrik tidak sempurna, yang dapat menurunkan kekuatan dari material komposit. Sehingga untuk meningkatkan ikatan antara serat dengan matrik, maka perlu dilakukan perendaman serat di dalam NaOH yang dapat menghilangkan kandungan kotoran tersebut [4, 5]. Peningkatan sifat mekanik (kekuatan tarik, lentur dan modulus elastisitas) dari serat alami yang dapat diperkuat diperkuat dengan

bahan polimer. Untuk memperoleh kekuatan sifat mekanis yang diperkuat serat komposit polimer [6].

Kemampuan komposit bermatrik *polyester* tentunya juga dipengaruhi oleh jenis serat alam yang digunakan, contohnya serat ijuk, serat sabut kelapa, serat pisang, serat tebu, serat buah lontar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan material komposit berpenguat serat buah lontar bermatrik *polyester* yang dititik beratkan pada sifat mekanik (kekuatan tarik dan impak) material yaitu untuk mengetahui sifat mekaniknya sesuai dengan aplikasi yang diinginkan. Sehingga implementasikan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan material baru yang nantinya dapat bermanfaat sebagai material alternatif (komponen serat buah lontar).

#### METODE PENELITIAN.

Adapun alasan pemilihan serat dari buah lontar karena ketersediaan di alam cukup banyak, sehingga seratnya berpeluang dapat dijadikan sumber sebagai salah satu bahan baku untuk material komposit, dimana serat dari buah lontar ini sebagai penguatnya. Pada Gambar 1. merupakan contoh visual dari serat lontar.



**Gambar 1.** Serat Buah Lontar

Pemilihan serat buah lontar diambil berdasarkan diameter yang dipakai dalam pembuatan material komposit. Diameter serat diambil berukuran 0.3mm, 0.4mm dan 0.5mm, cara pemisahan diameter serat buah lontar ini dengan menggunakan jangka sorong seperti pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Proses Pengukuran Serat Komposit

Matrik dalam struktur komposit berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. matrik mempunyai kegunaan yaitu sebagai berikut: a. Matrik memegang dan mempertahankan serat pada posisinya. b. Pada saat pembebanan, merubah bentuk dan mendistribusikan tegangan ke unsur utamanya yaitu serat. c. Memberikan sifat tertentu, misalnya *ductility*, *toughness* dan *electrical insulation* [7].

Katalis adalah cairan yang berfungsi untuk mempercepat reaksi pengerasan resin, sebenarnya tanpa katalis pun resin bisa mengeras namun membutuhkan waktu yang sangat lama. Menggunakan resin hanya membutuhkan waktu maksimal 5 menit sampai dengan 24 jam untuk mengeras resin ini dari tergantung banyaknya dan takarannya. Katalis merupakan zat kimia yang mampu mempercepat laju reaksi pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri.

Material komposit diklasifikasikan tiga macam yakni: [8,9,10] (a). *Metal Matrix Composites* (MMCs) merupakan komposit bermatrik logam, matriks ini sudah tentu lebih kuat. *Type* matriks yang dipakai 6061 Al, 380 Al, AZ31 Mg Ti dengan seratnya antara lain Almunia Boron, Carbon, Sic. (b). *Polymer Matrix Composites* (PMCs) adalah komposit bermatriks polimer, yang terdiri dari *thermoset*, *thermo-plastics*, *rubber* sebagai matriks dari resin poimer dan serat sebagai penguatnya. *Type* ini banyak digunakan pada kaca. (c). *Ceramics Matrix Composotes* (CMCs) yaitu komposit bermatriks keramik dengan partikuat sebagai penguatnya, serat partikuat ini

seperti  $Al_2O_3$ ,  $Si_3N_4$ . Proses pembuatan komposit ini menggunakan penekanan panas maupun *sintering* fasa cair [8].

Metode pembuatan komposit dilakukan dalam proses percetakan dengan menggunakan cetakan terbuka (*Open Mold Process*) *Hand Lay Up*, karena proses pembuatan dipilih karena mudah dilakukan proses pembuatannya dan bisa dilakukan di dalam ruang kamar. [11]

Material penguat komposit yang digunakan sebagai penguat komposit sangat beragam yang antara lain terdiri atas bahan *reinforced* sintesis dan alami.

Karakteristik material komposit adalah kandungan atau persentase antara matriks dan serat merupakan salah satu faktor penting sebelum melakukan cetakan komposit terlebih dahulu. Perhitungan volume komposit ( $V_c$ ), volume serat ( $V_{serat}$ ), massa serat, dan massa matrik.

Sebelum melakukan percetakan komposit dan menentukan berapa besar volume pada komposit maka dilakukan perhitungan dengan persamaan (1).

$$V_c = p.l.t \tag{1}$$

dimana :

- $(V_c)$  = volume komposit ( $cm^3$ )
- $p$  = panjang komposit (cm)
- $l$  = lebar komposit (cm)
- $t$  = tebal komposit (cm)

Setelah perhitungan volume komposit telah selesai maka dalam perhitungan selanjutnya adalah volume fraksi serat dengan menggunakan persamaan (2) [11]

$$f_f = \frac{V_f}{V_c} \tag{2}$$

dimana:

- $f_f$  = fraksi volume serat (%)
- $V_f$  = volume serat ( $cm^3$ )

Pada perhitungan berikutnya nilai volume fraksi matrik ( $f_m$ ) dapat dihitung menggunakan persamaan (3) [12]

$$f_m = \frac{V_m}{V_c} \tag{3}$$

dimana:

- $f_m$  = fraksi volume matrik (%)
- $V_m$  = volume matrik ( $cm^3$ )

Nilai densitas Serat ( $\rho_f$ ) dapat dihitung dengan massa jenis serat dapat ditentukan persamaan (4)

$$\rho_f = \frac{m_f}{V_f} = \frac{m_f}{V_{ap} - V_{penekan}} \tag{4}$$

dimana:

- $\rho_f$  = masa jenis serat ( $gram/mm^3$ )
- $m_f$  = massa serat (gram)
- $V_f$  = volume serat ( $mm^3$ )
- $V_{ap}$  = volume air yang berpindah ( $mm^3$ )
- $V_{penekan}$  = volume benda penekan yang masuk ke dalam air ( $mm^3$ ).

Sedangkan nilai densitas Matrik ( $\rho_m$ ) dihitung menggunakan persamaan 5 [13]

$$\rho_m = \frac{m_m}{v_m} \tag{5}$$

dimana:

- $\rho_m$  = densitas matrik ( $gram/mm^3$ ),
- $v_m$  = volume matrik ( $mm^3$ )
- $m_m$  = massa matrik (gram)

Hal-hal yang mempengaruhi kekuatan tarik komposit antara lain: [14] a. Temperatur yakni apabila temperatur naik, maka kekuatan tariknya akan turun b. kelembaban dimana pengaruh kelembaban ini akan mengakibatkan bertambahnya absorpsi air, akibatnya akan menaikkan regangan patah, sedangkan tegangan patah dan modulus elastisitasnya menurun c. Laju Tegangan dimana apabila laju tegangan kecil, maka perpanjangan bertambah dan mengakibatkan kurva tegangan regangan menjadi landai, modulus elastisitasnya rendah. Sedangkan kalau laju tegangan tinggi, maka beban patah dan modulus elastisitasnya meningkat tetapi regangannya mengecil.

Hubungan antara tegangan yang dinyatakan sebagai kekuatan tarik pada beban tarik ditentukan dengan persamaan (6) [14])

$$\sigma = F/A \tag{6}$$

dimana:

- $\sigma$  = Kekuatan tarik (MPa)
- $F$  = beban (N),
- $A$  = luas penampang ( $mm^2$ ).

Dimana semakin tinggi kekuatan tariknya maka sifat elastisitasnya juga semakin meningkat.

Rumus elastisitas dapat dihitung dengan persamaan (7):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \tag{7}$$

Modulus elastisitas yang merupakan perbandingan gaya kekuatan tarik dan regangan  $\varepsilon$  (%) menunjukkan kombinasi untuk menentukan pertambahan panjang total yang dibebani secara aksial.

Selain pengujian tarik ada pengujian impact yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan bahan untuk menahan beban kejut. Pada umumnya pengujian Impact memiliki 2 metode yaitu *Charpy* dan *Izod*. Untuk melihat pengaruh takikan ada cara pengujian dengan takikan pada batang uji sehingga kekuatan impact bahan *polymer* termasuk komposit lebih kecil dari pada kekuatan impact logam. Pada Uji impact dengan metode *charpy* kita mengukur energi yang diserap untuk mematahkan benda uji. Setelah benda uji patah, bandul akan berayun kembali. Makin besar energi yang diserap makin rendah ayunan kembali dari bandul. Energi patahan yang diserap biasanya dinyatakan dalam satuan *Joule*.

Karakter keretakan uji impact terdiri atas 3 jenis [9] yaitu Pertama patahan getas merupakan permukaan patahan terlihat rata dan mengkilap, jika potongan-potongannya disambungkan kembali, ternyata keretakannya tidak disertai deformasinya bahan. Patahan jenis ini mempunyai nilai impact yang rendah. Kedua bentuk patahan liat merupakan permukaan patahan ini tidak rata, nampak seperti buram dan berserat, tipe ini mempunyai nilai impact yang tinggi. Dan yang ketiga patahan campuran merupakan patahan yang terjadi merupakan campuran dari patahan getas dan patahan liat [9]

Besarnya energi potensial yang diserap oleh material akan menunjukkan kekuatan impact benda uji dapat dihitung dengan persamaan (8) [9]

$$E_{\text{serap}} = \text{energi awal} - \text{energi yang tersisa} \\ = m.g.h - m.g.h' \\ = m.g.(R-R \cos \alpha) - m.g.(R-R \cos \beta) \tag{8}$$

$$E_{\text{serap}} = m.g.R. (\cos \beta - \cos \alpha) \tag{9}$$

dimana:

$E_{\text{srp}}$  = energi yang serap (J)

m = berat pandulum (kg)

g = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

R = panjang lengan (m),

$\alpha$  = sudut pendulum sebelum diayun ( $^\circ$ ),

$\beta$  = sudut ayunan pendulum setelah mematahkan spesimen ( $^\circ$ )

h = tinggi maksimum ayunan

Besar nilai Impact dapat dihitung: Persamaan (10)

$$HI = \frac{E_{\text{srp}}}{A_o} \tag{10}$$

dimana:

HI = besar nilai impact ( $J/mm^2$ ),

$E_{\text{srp}}$  = energi serap (J),

$A_o$  = luas penampang ( $mm^2$ )

Pada penelitian ini untuk menghilangkan getah, pati dan selulosa juga digunakan NaOH 5%. Penggunaan NaOH 5% didasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya, dimana penggunaan NaOH 5% dapat meningkatkan ikatan yang baik antar serat dan matrik. Sebelumnya serat diberi perlakuan dengan perendaman dalam larutan alkali NaOH sebanyak 5% per 1 liter aquades guna meningkatkan sifat *adhesif* sehingga dapat menambah kekuatan tarik dan kekuatan impact dari komposit serat yang dibentuknya.

Pada komposit ini material penguat yang digunakan adalah serat buah lontar yang berdiameter rata-rata 0,4 mm dengan metode cetak *hand lay up* dan susunan serat memanjang. Dengan kekuatan mekanis komposit bermatrik *polyester* serta berpenguat serat buah lontar ini akan dilakukan pengujian tarik dan pengujian impact dengan berorientasi pada aplikasi penelitian.

Adapun prosedur perlakuan alkali pada serat buah lontar sebagai berikut pertama serat buah lontar yang di bersihkan dan siap pakai direndam selama 30 menit dalam larutan alkali 5 % NaOH. Kedua serat dikeluarkan dari larutan alkali dan dibilas terus-menerus selama  $\pm 15$  menit. Ketiga serat diangin-anginkan sampai kering.

Untuk mengetahui perubahan sifat komposit perlu dilakukan uji tarik seperti pada Gambar 3.



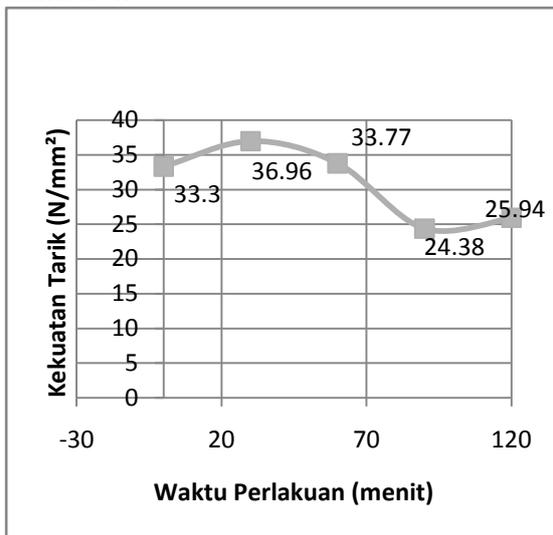
**Gambar 3.** Mesin Uji Komposit

Dalam proses pencetakan spesimen komposit telah diperlukan alat-alat bantu lain yang digunakan untuk memperlancar percetakan antara lain jangka sorong, kaca mata, busur, sekrup plamer, cutter, gunting, kuas, siku baja, penggaris baja, sarung tangan, masker penutup hidung, spidol, pipet/sedotan, tabung jarum suntik dan gelas ukur.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengujian Serat Tunggal**

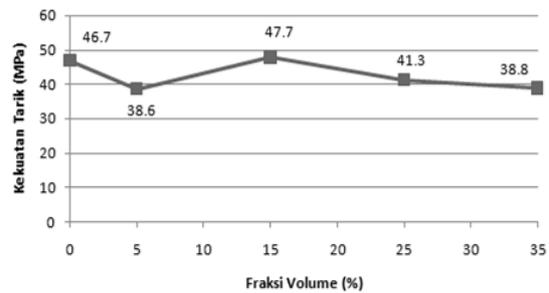
Sebelum serat buah lontar digunakan sebagai penguat pada komposit maka perlu terlebih dahulu uji tarik serat tunggal, uji tarik serat tunggal ini di lakukan pada laboratorium pengujian fisika dengan hasil grafik pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Hubungan antara waktu dan kekuatann tarik dengan NaOH 5 %

**Pengujian Tarik Komposit**

Setelah pengujian tarik maka berdasarkan hasil data pengujian kekuatan tarik komposit bisa dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Hubungan antara fraksi volume dan Kekuatan Tarik Komposit

Maka pola patahan 0 % berdasarkan Gambar 6 dan Gambar 7, telah menunjukkan ada retak merambat atau retak menyebar sehingga matrik serat memiliki patah getas dan kekuatan tarik yang dihasilkan cukup besar, namun material terlihat berwarna putih kelabu yang menandakan bahwa campuran resin dan katalis tidak merata



**Gambar. 6.** Komposit 0 % Serat

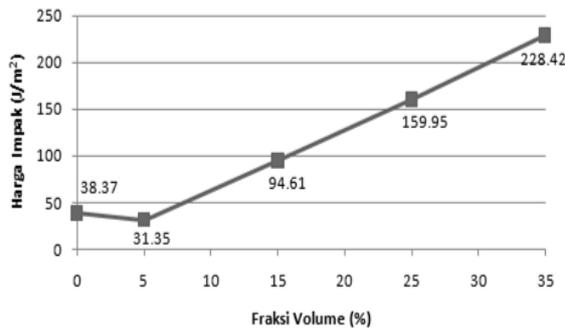


**Gambar 7.** Pola Patahan Komposit Uji Tarik Fraksi Volume 0 % Serat

Pola patahan pada pengujian uji tarik menunjukkan bahwa komposit polyester dengan 0 % serat buah lontar terjadi pada daerah ukur (*gauge length*) adalah mekanisme patahan *pull out*.

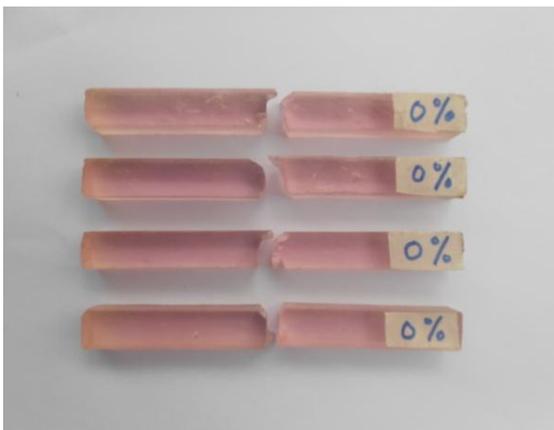
**Pengujian Impak Komposit**

Data hasil pengujian impak dituangkan dalam Gambar 8, dengan hubungan fraksi volume vs energi impak sebagai berikut



**Gambar 8.** Hubungan antara fraksi volume dan harga impak

Pengujian impak ini dilihat dari patahan makro pada Gambar 9 dan Gambar 10 umumnya hasil menunjukkan pola patahan cenderung baik setelah mendapat beban impak namun terjadi retak pada beberapa bagian akibat beban impak secara tiba-tiba di hantakan pada sampel, dalam arti spesimen mendapat beban kejut yang besar.



**Gambar 9.** Hasil Patahan Sampel Uji Impak

Pada komposit uji tarik dengan variasi fraksi volume 0% masih tinggi nilai kekuatan tarik maksimumnya dari fraksi volume lainnya antara lain fraksi volume 5%, 25% dan 35%

selain fraksi volume 15%. Ini mengindikasikan bahwa matrik polyester lebih kuat. Komposit uji impak, data hasil pengujian kekuatan tarik maka kekuatan beban putus dan kekuatan tarik maksimal tertinggi atau terbaik terjadi pada fraksi volume 15% dengan  $F = 4318 \text{ N}$  dan  $\sigma_t = 47.7 \text{ N/mm}^2$ .



**Gambar 10.** Pola Patahan Komposit Uji Impak Fraksi Volume 0 % Serat

Pengujian impak energi yang serap ( $E_{Serap}$ ) dan nilai impak (HI) terbaik atau tertinggi berada pada fraksi volume 35% sebesar  $E_{Serap} = 30.1519179 \text{ (J)}$  dan  $\sigma_t = 228.42 \text{ J/m}^2$ . Sehingga pada komposit pengujian impak untuk serat buah lontar bermatrik polyester berdasar pengujian menjelaskan bahwa semakin bertambahnya fraksi volume maka semakin tinggi pula nilai energi yang diserap dan nilai impaknya.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka kesimpulan dapat diambil bahwa komposit bermatrik polyester dengan serat buah lontar sebagai penguat dimana sifat mekanisnya yaitu pengujian tarik mencapai kekuatan beban putus dan kekuatan tarik maksimal tertinggi terjadi pada variasi fraksi volume 15 % dengan nilai  $F = 4318 \text{ N}$  dan  $\sigma_t = 47.7 \text{ N/mm}^2$ . Sedangkan pada pengujian impak harga impak tertinggi terjadi pada variasi fraksi volume 35 %, sehingga yang terjadi pada komposisi impak semakin bertambahnya fraksi volume maka semakin tinggi pula nilai impak dan energi yang diserapnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Lempang, M. 2007 Fermentasi Nira Lontar Untuk Produk Nata. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 25 (2) : 147 - 157.
- [2] Luthony, Tony Luqman, (1993). Tanaman Sumber Pemanis .PT. Penebar Swadaya ,Jakarta. Hal. 113-120
- [3]. Budinski Kennet G, 1996. *Engineering Materials Properties and Selection. Fifth Edition. Prentice Hall Englewoo Cliffs, new Jersey.*
- [4] Rahaman, (2011) "Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-sifat Tarik Komposit Diperkuat *Unidirectional* Serat Tebu dengan Matrik *Polyester*"
- [5] Abanat D. J, (2012), Pengaruh Fraksi Volume Serat Pangkal Pelepah Gebang (*Coryphan Ultan Lamarck*) Terhadap Kekuatan tarik dan Kekuatan Impak pada Komposit Bermatrik *Epoxi* Tesis Magister Program Studi Teknik Mesin Minat Material Manufaktur Universitas Brawijaya Malang.
- [6] Begum dan A. M. Islam, 2013, *Natural as a Substitute to Synthetic Fiber in Polymer Composites: Review, Research Journal of Engineering Science* Vol. 2 (3), 46 – 53, April 2013.
- [7] Gibson. R.F. , 1994, *Principle of Composite Material Mechanics. Department of Mechanical Engineering Wayne State University Detroit, Michigan, McGraw-Hill, Inc.*
- [8] Imra, Iswandi.2009. Pengaruh Proses Vakum Dan Variasi Tekanannya Terhadap Sifat Tarik Komposit Serat Alam (*Coir Fibre Reinforced Resin Composite*). Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang.
- [9] Callister, William D. 1991. *Material Science and Engineering an Introduction*, John Willey and Sons Inc, New York.
- [10] Jacobs, James A. Kilduf Thomas K. 1994. *Engineering Material Technology Structure, Processing, Property and Selection 2*. Prentice Hall,Inc A Simon Schuster Company, USA.
- [11] Smith, W.F. 1996. *Priciples of Materials Science and Engineering, 2<sup>nd</sup> ed*, Mc Graw-Hil, Singapore
- [12] Shackelford, 1992. "Introduction *Materials Science for Engineer*", Third Edition, MacMillan Publishing Company, New York, USA
- [13] Bolton, W. 1996. *Engineering Material Technology*. Third Edition. Butterwort-Heinemann, Oxford.
- [14] Surdia Tata dan Saito Shinroku, 1995. Pengetahuan Bahan Teknik. PT. Pradnya Paramita.

