

ANALISIS SIFAT MEKANIS PERBANDINGAN CAMPURAN KOMPOSIT SERBUK GERGAJI KAYU JATI DENGAN Matrik EPOXY UNTUK MATERIAL KAMPAS REM CAKRAM

Saiful Arif¹⁾, Dani Irawan²⁾, Muhamad Jainudin³⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang (PSDKU) Kediri

³Program Studi Perawatan dan Perbaikan Mesin, Politeknik Kediri

Email: saifularif.ppm@gmail.com¹⁾

ABSTRAK

Serbuk gergaji merupakan jenis serat alam dalam bentuk partikel. Massa jenis serat alam sekitar 1,3 – 1,4 gr/cm³. Dengan demikian, massa jenis serbuk gergaji pun hampir sama dengan massa jenis serat. Bahan-bahan alam tersebut sangat potensial untuk direkayasa menjadi produk-produk teknologi yang lebih ramah lingkungan. Sebelum digunakan sebagai filler atau penguat, serbuk gergaji kayu jati perlu dilakukan pengarangan terlebih dahulu, karena arang tidak dapat terurai dan aman dari hewan pemakan kayu. Beberapa uraian tersebut menunjukkan bahwa limbah serbuk kayu jati yang tersedia dalam jumlah banyak perlu untuk dimanfaatkan lebih baik lagi daripada hanya sekedar untuk dijadikan kayu bakar. Salah satunya adalah untuk dikembangkan menjadi bahan komposit untuk kampas rem cakram. Tujuan khusus dari ini adalah untuk mengetahui karakteristik sifat mekanis dari komposit kayu jati dengan matriks epoxy sebagai bahan dasar kampas rem cakram sepeda motor. Analisis pengaruh perbedaan varian akan diteliti lebih lanjut untuk menguji komposisi komposit manakah yang paling mendekati atau bahkan lebih unggul dari kampas rem cakram yang beredar di pasaran saat ini. Variabel yang akan digunakan adalah uji kekuatan tarik dan uji kekerasan. Tahapan metode penelitian ini adalah (1) Studi literatur, (2) Pembuatan material komposit dengan matriks adalah epoxy dan variasi persentase kandungan matriks dalam komposit adalah 30%, 35%, 40%, 45%, (3) Uji sifat mekanis material komposit yang meliputi uji kekuatan tarik, dan uji kekerasan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi perbandingan komposisi komposit berbahan dasar serbuk gergaji kayu jati dengan matriks epoxy untuk material kampas rem cakram berpengaruh pada sifat mekanis kampas rem cakram tersebut. Nilai kekerasan semakin bertambah seiring dengan meningkatnya persentase resin yang diberikan pada komposit. Sedangkan nilai *max strength* tertinggi dihasilkan oleh komposit dengan bahan dasar serbuk gergaji kayu jati sebanyak 60% dan epoxy sebanyak 40%.

Kata kunci: Kampas rem cakram, serbuk gergaji kayu jati, komposit, epoxy

ABSTRACT

Sawdust is a type of natural fiber in the form of particles. The density of natural fibers is around 1.3 - 1.4 gr / cm³. Thus, the density of sawdust is almost the same as the density of fibers. These natural materials have the potential to be engineered into more environmentally friendly technology products. Before it is used as a filler or reinforcement, teak sawdust needs to be charred first, because charcoal cannot be decomposed and is safe from wood-eating animals. Some of these descriptions show that the available teak wood waste in large quantities needs to be utilized even better than just to be used as firewood. One of them is to be developed into a composite material for disc brakes. The specific purpose of this is to determine the mechanical properties of teak wood composites with the epoxy matrix as the basic material for motorcycle disc brakes. Analysis of the effect of variance differences will be further investigated to test the composition of composites, which are the closest or even superior to disc brakes on the market today. The variables to be used are the tensile strength test and the hardness test. The stages of this research method are (1) Literature study, (2) The making of composite materials with matrix is epoxy, and the variation of the percentage of matrix content in composites is 30%, 35%, 40%, 45%, (3) Test the mechanical properties of composite materials including tensile strength test, and hardness test. The results of this study indicate that variations in the composition of composites made from teak sawdust with epoxy matrices for disc brake pads have an effect on the mechanical properties of the disc brake pads. The hardness value increases with the increasing percentage of resin given to the composite, whereas the highest max strength value was produced by composites with teak sawdust as much as 60% and epoxy as much as 40%.

Keywords: Disc brake linings, teak sawdust, composites, epoxy.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini penggunaan material komposit dalam bidang industri bukan lagi hal yang baru. Sifatnya yang dapat digunakan sesuai kebutuhan dan

proses manufaktur yang relatif mudah, membuat material komposit menjadi material yang sering digunakan pada industri saat ini. Densitas dari bahan komposit juga sangat kecil sehingga beratnya

menjadi lebih ringan dibandingkan dengan logam, tetapi sifat mekanis dari bahan komposit dapat menyamai atau terkadang melebihi material logam. Bahan komposit memiliki keunggulan seperti ramah lingkungan karena banyak bahan baku komposit yang berasal dari alam. Selain itu, limbah yang dihasilkan dari proses manufaktur komposit juga sedikit.

Serbuk gergaji merupakan jenis serat alam dalam bentuk partikel. Massa jenis serat alam sekitar 1,3 – 1,4 gr/cm³. Dengan demikian, massa jenis serbuk gergaji pun hampir sama dengan massa jenis serat [1]. Bahan-bahan alam tersebut sangat potensial untuk direkayasa menjadi produk-produk teknologi yang lebih ramah lingkungan. Sebelum digunakan sebagai filler atau penguat, serbuk gergaji kayu jati perlu dilakukan pengarangan terlebih dahulu, karena arang tidak dapat terurai dan aman dari hewan pemakan kayu [2]. Beberapa uraian tersebut menunjukkan bahwa limbah serbuk kayu jati yang tersedia dalam jumlah banyak perlu untuk dimanfaatkan lebih baik lagi. Salah satunya adalah untuk dikembangkan menjadi bahan komposit untuk kampas rem cakram

Dilain pihak, seiring meningkatnya permintaan kayu jati untuk furniture atau bahan bangunan, meninggalkan limbah kayu jati yang banyak. Salah satunya limbah berupa serbuk gergaji. Serbuk gergaji tersebut selama ini tidak dimanfaatkan dengan maksimal dan biasanya hanya dipakai sebagai kayu bakar atau dibiarkan begitu saja menjadi limbah yang tidak berguna dan mencemari lingkungan. Komposisi limbah kayu adalah sebagai berikut [3].

1. Pada pemanenan kayu, limbah umumnya berbentuk kayu bulat, mencapai 66,16%
2. Pada industri penggergajian limbah kayu meliputi serbuk gergaji 10,6%. Sebetan 25,9% potongan 14,3%, dengan total limbah sebesar 50,8% dari jumlah bahan baku yang digunakan
3. Limbah pada industri kayu lapis meliputi limbah potongan 5,6%, serbuk gergaji 0,7%, sampah vinir basah 24,8%, sampah vinir kering 12,6% sisa kupasan 11,0% dan potongan tepi kayu lapis 6,3%. Total limbah kayu lapis ini sebesar 61,0% dari jumlah bahan baku yang digunakan.

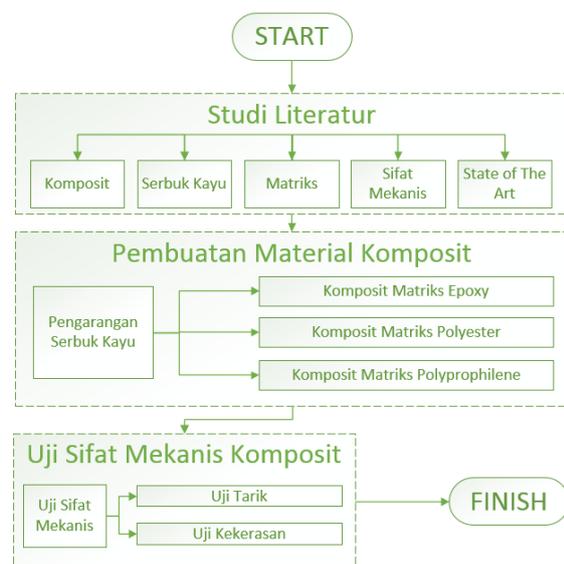
Material komposit merupakan material yang terbuat dari minimal dua bahan yang selalu terpisah dan berbeda dalam level makroskopik meskipun sudah menjadi komponen tunggal yang baru. Komposit terdiri dari bahan utama (matriks) dan penguat yang ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan matriks (Pratama, 2011). Kebutuhan kampas rem yang tinggi di pasaran berafiliasi dengan meningkatnya kebutuhan bahan komposit kampasrem. Bahan komposit kampas rem yang digunakan di industri selama ini merupakan bahan-bahan kimia yang dalam takaran berlebihan

akan berbahaya bagi lingkungan, seperti asbes (Singh dan Patnaik, 2015). Pemanfaatan bahan alternatif sangat dianjurkan mengingat keterbatasan sumber daya yang ada di alam (Telang, 2010)

Kampas rem merupakan bagian dari kendaraan bermotor yang berfungsi untuk memperlambat laju kendaraan. Penggunaan asbes pada kampas rem memiliki dampak negatif bagi kesehatan manusia yaitu dapat menyebabkan luka gores pada paru-paru, kanker paru-paru, dan kanker saluran pernapasan. Selain itu campuran logam berat yang digunakan juga menimbulkan pencemaran lingkungan (Dwiyati dkk, 2017).

2. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.1. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk memperdalam konsep serta kajian ilmiah terhadap penelitian-penelitian terdahulu. Studi literatur ini akan fokus memperdalam masalah komposit, limbah serbuk kayu, matriks dan sifat mekanis.

Komposit partikel disusun dari bahan utama partikel-partikel komposit (particulate composite). Bahan ini digunakan sebagai pengisi dan penguat komposit. Komposit partikel umumnya lebih lemah jika dibandingkan dengan komposit serat. Komposit partikel mempunyai keunggulan terhadap keausan, *fatigue*, dan mempunyai daya ikat dengan matrik yang baik.

2.2. Pembuatan Material Komposit

Tahapan selanjutnya adalah pembuatan material komposit. Material komposit akan dibuat dengan menggunakan bahan utama serbuk gergaji kayu jati. Serbuk gergaji kayu jati yang sudah dikumpulkan kemudian diayak sehingga besar

partikel relatif sama dan diarangkan. Peralatan yang digunakan adalah tungku pembakaran untuk proses pengarangkan, saringan untuk menyaring arang, cetakan, dan alat press untuk mencetak specimen.

Langkah awal dalam pembuatan spesimen ini adalah dengan mengumpulkan serbuk gergaji kayu jati kemudian dijemur sampai kering. Kemudian serbuk gergaji disaring dengan mesh 40 sebelum dilakukan pengarangkan. Setelah diarangkan, serbuk gergaji tersebut saring kembali dengan ukuran mesh yang sama.

Kemudian abu serbuk gergaji yang telah diarangkan dicampur dengan matriks Epoxy dengan perbandingan sesuai tabel berikut.

Tabel 1. Pembuatan Material

Komposisi Komposit		Label Sampel			
Serbuk Gergaji Kayu Jati (%)	Epoxy (%)	1	2	3	Rata-rata
70	30	A1	A2	A3	A
65	35	B1	B2	B3	B
60	40	C1	C2	C3	C
55	45	D1	D2	D3	D

Keterangan:

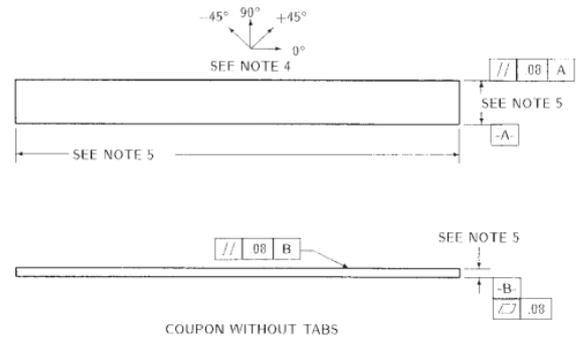
1. Material A merupakan komposit yang dibuat dengan serat serbuk gergaji kayu jati yang sudah diarangkan dan matriks epoxy dengan perbandingan antara serat dan matriks adalah 70:30 %.
2. Material B merupakan komposit yang dibuat dengan serat serbuk gergaji kayu jati yang sudah diarangkan dan matriks epoxy dengan perbandingan antara serat dan matriks adalah 65:35 %.
3. Material C merupakan komposit yang dibuat dengan serat serbuk gergaji kayu jati yang sudah diarangkan dan matriks epoxy dengan perbandingan antara serat dan matriks adalah 60:40 %.
4. Material D merupakan komposit yang dibuat dengan serat serbuk gergaji kayu jati yang sudah diarangkan dan matriks epoxy dengan perbandingan antara serat dan matriks adalah 55:45 %.

Setelah serbuk gergaji dan resin tercampur secara merata sesuai perbandingan yang telah dibuat, sampel dicetak dengan tujuan memadatkan bahan komposit.

2.3. Uji Sifat Mekanis Material Komposit

Pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik sampel. Pengujian yang akan dilakukan adalah uji tarik dan uji kekerasan. Pembuatan komposit dilakukan dengan metode cetak tekan hidrolis. Bentuk dan geometri benda uji tarik

mengacu pada standar ASTM D 3039. Pembentukan benda uji tarik dan uji kekerasan dilakukan secara manual dengan memotong komposit menggunakan gerinda tangan. Pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik WDW-20 E. Sedangkan untuk uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan mesin uji kekerasan Rockwell dengan model TH550.



Gambar 2. Gambar spesimen uji tarik tanpa lekukan



Gambar 3. Alat uji tarik WDW-20 E



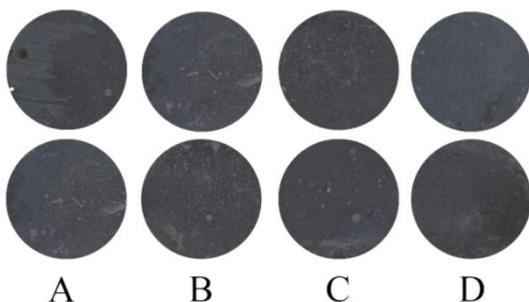
Gambar 4. Alat uji kekerasan Rockwell TH550

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah empat sampel dengan tiga macam replikasi pada setiap sampel sesuai penjabaran pada Tabel 1. Contoh spesimen uji tarik dan uji kekerasan disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Tujuan dilakukan replikasi dan pengulangan pengujian pada titik yang berbeda untuk uji kekerasan adalah agar didapatkan hasil yang mendekati kebenarannya. Pada uji kekerasan, setiap replikasi diuji sebanyak tiga kali dan diambil rata-rata sehingga akan didapatkan hasil akhir rata-rata dari setiap pengujian sebagaimana dijabarkan pada Gambar 7 dan Gambar 8, sedangkan untuk uji tarik hanya dilakukan pengujian sebanyak satu kali pada setiap replikasi, karena spesimen akan langsung patah pada setiap pengujian.



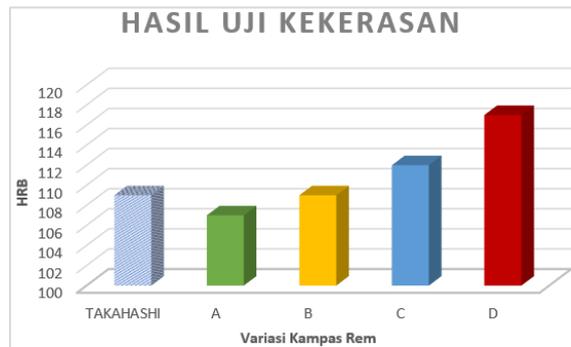
Gambar 3. Contoh spesimen uji tarik



Gambar 4. Contoh spesimen uji kekerasan

Setiap sampel memiliki tekstur permukaan yang berbeda. Hal ini dikarenakan dari perbedaan perbandingan komposisi material komposit yang dipakai. Pada sampel A memiliki tekstur lebih kasar dikarenakan porsi serbuk gergaji kayu jati lebih banyak dibandingkan spesimen lainnya, begitu juga

sebaliknya. Sampel D memiliki tekstur lebih halus dikarenakan porsi serbuk gergaji kayu jati yang dipakai paling sedikit dibandingkan dengan sampel lain.



Gambar 7. Hasil uji kekerasan Rockwell

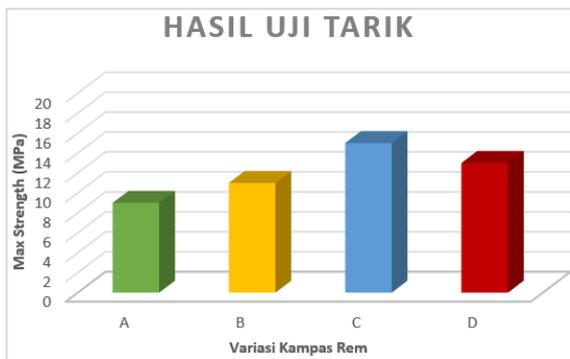
Berdasarkan pemaparan pada Gambar 7, hasil pengujian kekerasan Rockwell dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. Sampel A memiliki tingkat kekerasan Rockwell lebih rendah (106 HRB) dibandingkan dengan kekerasan Rockwell sampel salah satu kampas rem cakram yang beredar di pasaran dengan merk TAKAHASHI (108 HRB).
2. Sampel B memiliki tingkat kekerasan Rockwell yang sama (108 HRB) dengan kekerasan Rockwell sampel salah satu kampas rem cakram yang beredar di pasaran dengan merk TAKAHASHI (108 HRB).
3. Sampel C memiliki tingkat kekerasan Rockwell lebih tinggi (111 HRB) dibandingkan dengan kekerasan Rockwell sampel salah satu kampas rem cakram yang beredar di pasaran dengan merk TAKAHASHI (108 HRB).
4. Sampel D memiliki tingkat kekerasan Rockwell lebih tinggi (116 HRB) dibandingkan dengan kekerasan Rockwell sampel salah satu kampas rem cakram yang beredar di pasaran dengan merk TAKAHASHI (108 HRB).
5. Sampel D memiliki tingkat kekerasan Rockwell paling tinggi (116 HRB) dibandingkan dengan kekerasan Rockwell sampel salah satu kampas rem cakram yang beredar di pasaran dengan merk TAKAHASHI (108 HRB), sampel A (108 HRB), sampel B (108 HRB), dan sampel C (111 HRB).

Berdasarkan Tabel 1, sampel D mempunyai persentase resin paling tinggi dibandingkan dengan sampel A, B, dan C. Hal ini membuka hipotesis bahwa dalam penelitian kali ini, semakin tinggi persentase resin dapat berpengaruh pada nilai kekerasan permukaan komposit. Hal ini dikarenakan partikel-partikel menjadi lebih rapat karena celah-celah antar partikel serbuk gergaji kayu jati dipenuhi dengan resin sehingga kekerasan komposit tersebut meningkat mengikuti kekerasan dari resin tersebut.

Nilai kekerasan yang sangat tinggi atau sangat rendah tidak mempengaruhi kualitas kampas rem yang sesuai dengan fungsinya. Akan tetapi masih harus dibuktikan dengan uji mekanis lain yang karakteristiknya dibutuhkan oleh kampas rem untuk agar dapat mengurangi kecepatan laju roda. Pada pebelitian kali ini, untuk sifat mekanis material kampas rem yang sesuai dengan yang beredar di pasaran (merk TAKAHASHI) adalah spesimen B, di mana nilai uji kekerasan Rockwellnya adalah 108 HRB.

Pengujian kedua yang dilakukan adalah uji tarik. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik maksimal dari spesimen komposit berbahan dasar serbuk gergaji kayu jati bermatrik epoxy ini. Pengujian dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D 3039. Hasil uji tarik dijabarkan pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Hasil uji kekerasan Rockwell

Berdasarkan pemaparan pada Gambar 8, hasil uji tarik menunjukkan nilai *Max Strength* (MPa) dari masing-masing sampel yang telah diuji dijabarkan sebagai berikut.

1. Sampel A memiliki nilai *Max Strength* paling rendah (10 MPa) dibandingkan nilai *Max Strength* sampel B, C, dan D.
2. Sampel C memiliki nilai *Max Strength* paling tinggi (16 MPa) dibandingkan nilai *Max Strength* sampel B, C, dan D.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Variasi perbandingan komposisi komposit berbahan dasar serbuk gergaji kayu jati dengan matriks epoxy untuk material kampas rem cakram berpengaruh pada sifat mekanis kampas rem cakram tersebut. Nilai kekerasan semakin bertambah seiring dengan meningkatnya persentase resin yang diberikan pada komposit. Sedangkan nilai *max strength* tertinggi dihasilkan oleh komposit dengan bahan dasar serbuk gergaji kayu jati sebanyak 60% dan epoxy sebanyak 40%.

Pada penelitian kali ini disimpulkan bahwa spesimen B yang mempunyai nilai kekerasan sama

dengan nilai kekerasan kampas rem cakram yang beredar di pasaran merupakan spesimen yang laik untuk diteliti lebih lanjut agar dapat ditemukan alternatif material lain sebagai bahan baku kampas rem cakram yang ramah lingkungan dan berdaya ekonomi dan lingkungan yang tinggi karena didapatkan dari material sampah. Selain spesimen B, penulis juga menyimpulkan bahwa spesimen C juga laik untuk dilanjutkan penelitian lebih lanjut, karena memiliki nilai *max strength* yang paling tinggi.

4.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk meneliti spesimen B dan C agar didapatkan komposisi kampas rem berbasis komposisi limbah serbuk gergaji kayu jati dengan resin epoxy yang ramah lingkungan agar dapat diketahui sifat mekanis lainnya yang sesuai dengan karakteristik kampas rem cakram yang beredar di pasaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih tim ucapkan kepada Politeknik Kediri (sekarang Politeknik Negeri Malang (PSDKU) Kediri selaku institusi tim pelaksana, RISTIK DIKTI dan DRPM atas kesempatannya mempercayakan hibah kompetitif nasional ini kepada kami.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwiyati, S.T., Kholil, A., Widyarma, F. "Pengaruh Penambahan Karbon Pada Karakteristik Kampas Rem Komposit Serbuk Kayu". Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ, Edisi terbit II. Yogyakarta: Universitas Negeri Jakarta, 2017
- Mueller D. H. dan Krobjilowski A, 2003. "New Discovery in The Properties of Composites Reinforced With Natural Fiber", Jurnal of Industrial Textiles, Vol. 33, No. 2-October 2003, pp. 111-130.
- Pratama, "Analisa Sifat Mekanik Komposit Bahan Kampas Rem dengan Penguat FlyAsh Batubara". Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin, Makassar. 2011.
- Puja, I. G. K., 2011. "Studi Kekuatan Tarik dan Koefisien Gesek Bahan Komposit Arang Limbah Serbuk Gergaji Kayu Jati dengan Matrik Epoxy". MEKANIKA, Volume 9 Nomor 2-Maret 2011, pp 320-323
- Purwanto D, Samet, Mahfuz, dan Sakiman, 1994. "Pemanfaatan Limbah Industri Kayu lapis untuk Papan Partikel Buatan secara Laminasi", DIP Proyek Penelitian dan Pengembangan Industri, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Departemen Perindustrian, Banjar Baru.
- Singh, T., A. Patnaik. "Assessment of Braking Performance of Lapinus-Wollastonite Fibre

Reinforced Friction Composite Materials”.
Journal of King Saud
University Engineering Sciences, Vol.
29(1): 183-190. 2015.

Telang, A. K.,Rehman A.,Dixit G.,Das S. “Alternate
Materials in Automobile Brake Disc
Applications With Emphasis on Al-
Composites”. Journal of Engineering
Research and Studies, Vol. 1(1):35-46.
2010.