

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 431/Teknik Mesin

**EXECUTIVE SUMMARY  
PENELITIAN FUNDAMENTAL**



**PENGEMBANGAN REM KOMPOSIT RAMAH LINGKUNGAN  
MENGUNAKAN TEKNIK METAMODELING DAN OPTIMASI  
BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN DAN ALGORITMA  
GENETIKA**

Pengusul:

**Ketua : Dr. Agus Triono, ST., MT.**  
( NIDN : 0007087007 )

**Anggota : Dr. Gaguk Jatisukamto, ST., MT.**  
( NIDN : 0009026907 )

**UNIVERSITAS JEMBER  
JANUARI 2017**

## ABSTRAK

Salah satu komponen yang berperan sangat penting dalam sistem keselamatan kendaraan adalah komponen rem. Komponen ini umumnya terbuat dari bahan komposit yang memiliki keunggulan utama, antara lain, ketahanan aus, bobot yang ringan, kestabilan terhadap sifat gesekan, ketahanan panas, dan biaya produksi yang relatif murah. Bahan komposit sendiri merupakan perpaduan dari beberapa bahan yang memiliki sifat dan fungsi yang berbeda. Salah satu bahan yang digunakan adalah serat yang berfungsi sebagai penguat (*reinforcement*). Selama ini serat yang biasa digunakan adalah serat sintesis berupa *fiber glass*. Serat ini selain mahal juga kurang baik untuk kesehatan. Untuk itu diperlukan serat alternatif yang dapat menggantikan *fiber glass*. Pada penelitian ini serat tebu digunakan sebagai alternatif pengganti *fiber glass*.

Selanjutnya pada proses perancangan dan produksi rem komposit untuk berbagai aplikasi sejauh ini masih bertumpu pada penelitian yang bersifat coba-coba (*trial & error*) yang membutuhkan waktu lama untuk mendapatkan nilai yang optimum. Untuk itu diperlukan metodologi perancangan rem komposit yang lebih sistematis dan lebih efisien. Pada penelitian ini dikembangkan metodologi berdasarkan perancangan berbasis data. Penerapan metodologi ini dimulai dengan penyusunan basis data yang diuji secara empirik untuk memperoleh tiga karakteristik utama rem komposit yaitu *crush strength*, *cross breaking strength*, dan koefisien gesek. Basis data yang sudah tersusun tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan metamodel menggunakan metode jaringan syaraf tiruan yang selanjutnya dioptimasi menggunakan algoritma genetika. Hasil dari optimasi tersebut selanjutnya digunakan sebagai variabel untuk mendapatkan persamaan pendekatan yang menghubungkan antara parameter produksi, komposisi dan sifat mekanik rem. Dengan adanya persamaan ini maka pengembangan lebih lanjut komponen rem baik dari sisi komposisi maupun karakteristik akan lebih mudah dilakukan.

**Kata kunci:** Rem komposit, serat, tebu, perancangan, basis data, optimasi

## Executive Summary

Penggunaan serat alami sebagai penguat dalam material komposit telah berkembang dan menarik perhatian peneliti maupun industri dalam dasawarsa terakhir. Hal ini dikarenakan serat alami memiliki beberapa keuntungan jika dibandingkan dengan serat sintetis yaitu: ramah lingkungan, memiliki bobot yang ringan, dapat didaur ulang, tidak menimbulkan iritasi pada kulit, harga yang relatif murah dan dapat diperbaharui (Faruk dkk, 2012). Selain keuntungan di atas, serat alami juga dapat digunakan sebagai pengganti serat sintetis atau material asbestos. Asbestos yang dijadikan sebagai penguat pada material rem, telah diketahui dapat menimbulkan masalah kesehatan yang serius seperti kanker paru-paru, sehingga di beberapa negara sudah dilarang penggunaannya (Yun dkk, 2010; Blau, 2001).

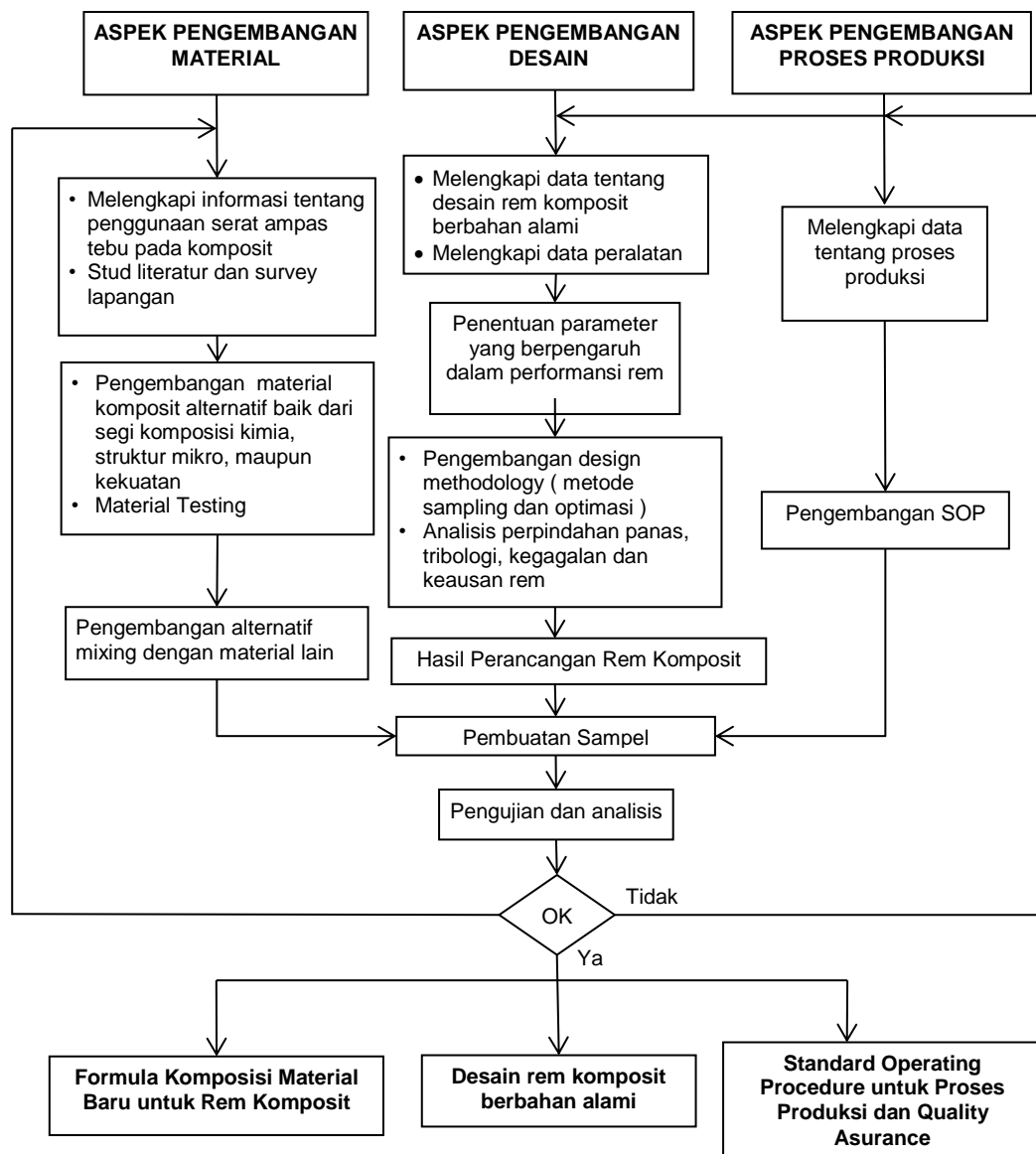
Salah satu aplikasi penggunaan serat alami pada material komposit adalah untuk bahan rem atau yang disebut dengan rem komposit. Rem komposit sendiri telah secara luas digunakan di berbagai bidang diantaranya otomotif, penerbangan dan kereta api (Kukutschováa dkk, 2009; Olofsson, 2011; Abdel Rahim dan Darwish, 2010; Triono, 2009; Gopal dkk, 1996; Yun dkk, 2010; Ganguly dan George, 2008; Blau, 2001).



Gambar 1. Komponen berbahan komposit

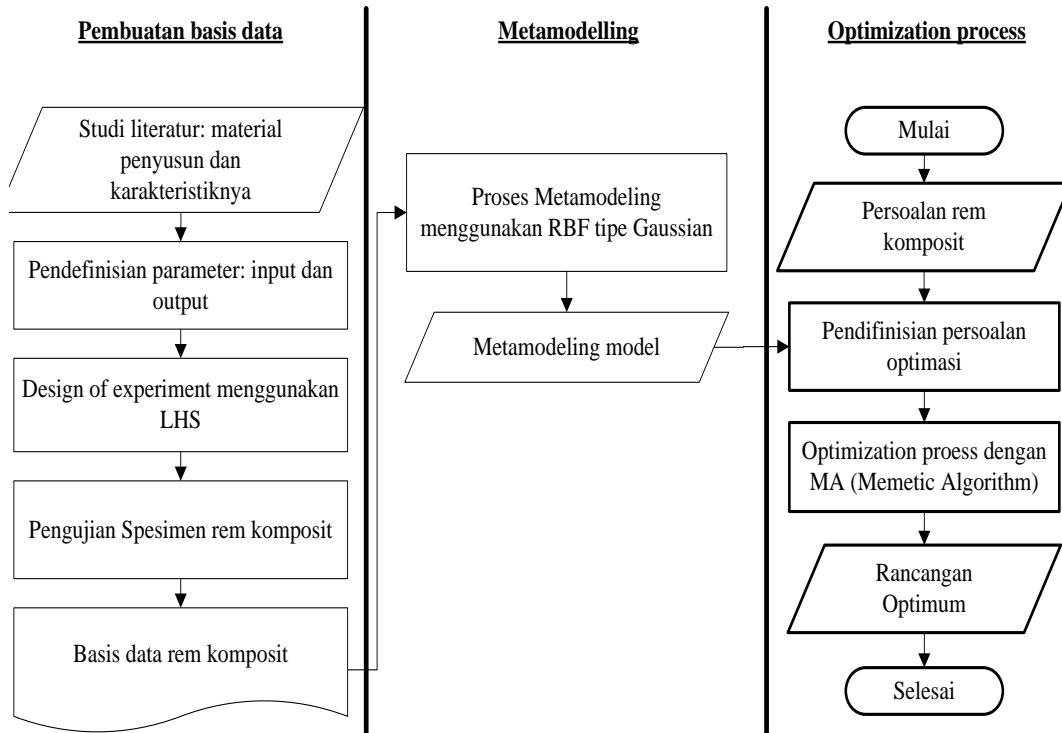
Salah satu serat alami yang berpotensi untuk menggantikan serat sintetis adalah serat ampas tebu (*Sugar Cane Bagasse*). Hal ini didasari dari penelitian yang dilakukan oleh A. Shalwan dan B.F. Yousif (2013) tentang kekuatan tarik beberapa serat alami yang mana kekuatan tarik serat ampas tebu memenuhi persyaratan untuk dijadikan penguat dalam bahan komposit.

Metode penelitian blok rem komposit ini meliputi tiga aspek yaitu aspek pengembangan material, aspek pengembangan desain dan aspek pengembangan proses produksi. Ketiga aspek tersebut pada akhirnya akan menentukan formulasi, desain serta standar prosedur pembuatan rem komposit. Pada bagian aspek pengembangan material, penelitian tentang aplikasi serat ampas tebu menjadi titik tekan karena bahan alami ini digunakan sebagai *reinforcement* pengganti *fiber glass*. Alur metodologi penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut,



Gambar2. Alur metodologi penelitian

Selanjutnya dilakukan pembuatan spesimen untuk mendapatkan basis data dari data sampling sebelumnya. Tahap berikutnya adalah melakukan optimasi untuk mendapatkan formulasi komposisi yang diharapkan. Skema pengembangan basis data tersebut dapat dilihat pada gambar berikut,



Gambar 3. Skema pengembangan basis data

### Hasil sampling

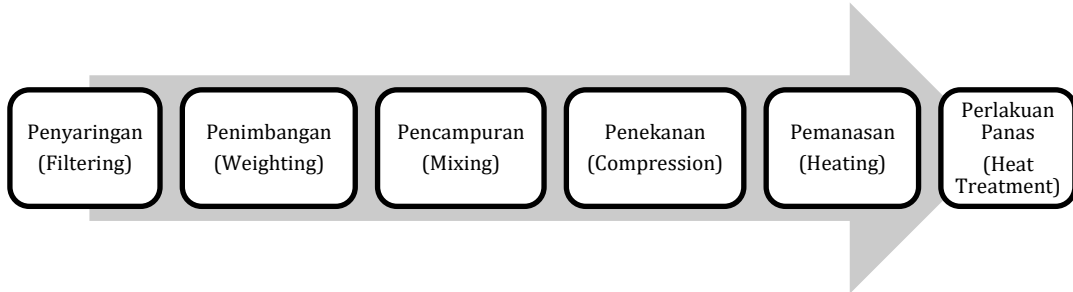
Berikut adalah hasil sampling dengan metoda LHS untuk 8 sampel.

Tabel 1. Hasil sampling menggunakan metoda LHS

	Resin	Kalsi	alumina	Grafit	serat	ferrum	Barium
T 1	26.64	17.65	8.78	20.74	1.14	36.00	29.06
T 2	32.47	22.07	13.45	14.78	0.26	32.85	24.12
T 3	27.27	16.00	13.97	16.31	0.81	37.70	27.94
T 4	32.69	20.26	15.63	10.72	0.43	33.22	27.05
T 5	31.43	22.84	7.06	19.94	0.67	33.65	24.41
T 6	35.41	21.93	10.70	16.40	0.83	32.67	22.06
T 7	27.36	18.73	5.56	13.62	1.48	38.41	34.83
T 8	32.14	21.40	3.53	14.26	0.09	34.71	33.87

## Proses Pembuatan Spesiman

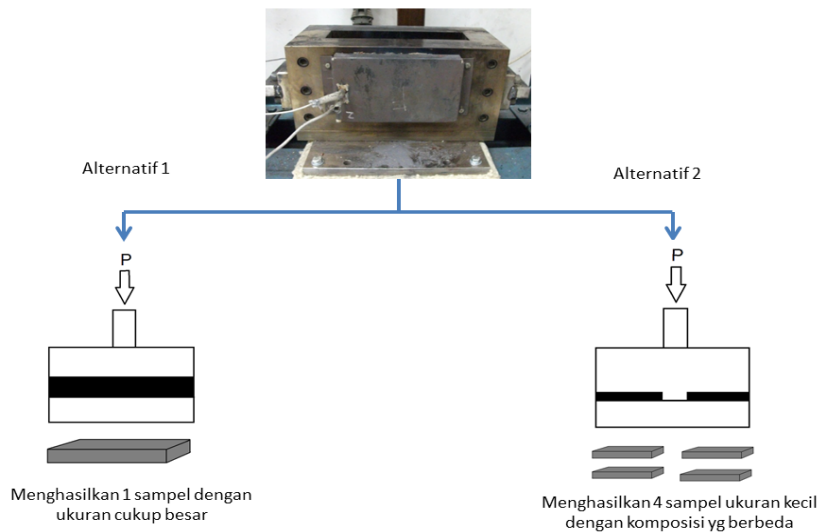
Rangkaian proses pembuatan sampai mendapatkan basis data pengujian rem komposit dapat digambarkan dalam alur sebagai berikut,



Gambar 1. Proses pembuatan spesimen

## Modifikasi cetakan spesimen

Cetakan sebelumnya menghasilkan satu sampel untuk tiap kali penekanan. Hal ini cukup menyulitkan jika ingin membuat lebih dari satu sampel dengan komposisi yang sama. Untuk itu dilakukan modifikasi dengan membuat cetakan yang dapat menampung empat sampel untuk satu kali penekanan.



Gambar 11. Alternatif modifikasi alat cetakan pembuat sampel

## Pengujian

Uji yang digunakan mengacu pada standar **ASTM** (*American Society for Testing and Materials*). Pengujian dilakukan di laboratorium Teknik Mesin ITB, FMIPA ITB, Teknik Mesin UPI dan B4T Bandung.

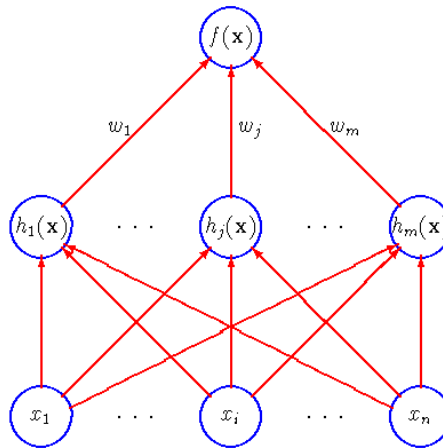
Tabel 4. Jenis pengujian serta standar yang digunakan

No.	Jenis Pengujian & Pengukuran	Standar acuan
1	Pengukuran densitas	ASTM D792
2	Pengujian koefisien gesek	ASTM D3702, SAE J661
3	Pengujian kekerasan	ASTM D785
4	Pengujian Ketahanan geser	ASTM D732
5	Pengujian Tekan	ASTM D695
6	Pengujian bending	ASTM D790
7	Pengujian konduktivitas termal	ASTM D177

### Analisis Data

Data-data yang dihasilkan dari pengujian diolah dengan teknik metamodelling yang selanjutnya dianalisis dengan metoda statistik.

Dalam penelitian ini digunakan teknik *metamodeling Radial Basis Functions* (RBF). RBF menggunakan rangkaian *basis function* yang simetri dan berpusat pada tiap titik sampel [15].

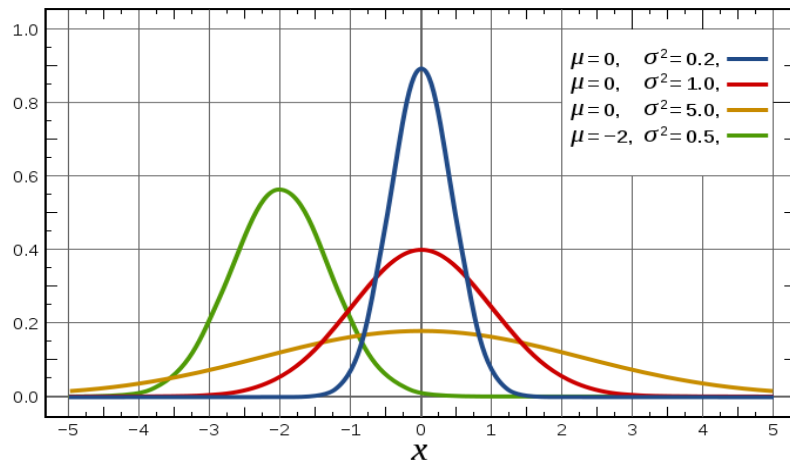


Gambar 2. *Radial basis function network* [17]

Model di atas kemudian dibentuk menjadi model linier seperti pada persamaan 1,

$$f(\mathbf{X}) = \sum_{j=1}^m w_j h_j(\mathbf{X}) \quad (1)$$

Jenis RBF yang digunakan dalam penelitian ini adalah Gaussian yang umum digunakan dalam komunitas *neural network* [16].



Gambar 3. Grafik fungsi Gaussian 2 dimensi [18]

### Hasil Yang Dicapai

Hasil yang telah dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Cetakan multi komposisi untuk pembuatan sampel.

Cetakan ini mempermudah dan mempercepat proses pembuatan sampel serta mengurangi resiko terhirupnya asap akibat proses pemanasan sampel.

2. Alat press pembuatan sampel rem komposit
3. Program pemodelan dan optimasi menggunakan software MATLAB
4. Publikasi ilmiah yang disampaikan dalam seminar nasional SISTEM dengan judul “**RANCANG BANGUN MESIN PEMBUAT SAMPEL SEDERHANA UNTUK APLIKASI REM KOMPOSIT BERBAHAN ALAMI**”



**Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :**

1. Pembuatan cetakan multi komposisi mempermudah dan mempercepat proses pembuatan sampel serta mengurangi resiko terhirupnya asap pemanasan sampel.
2. Pembentukan persamaan yang menghubungkan antara komposisi dan karakteristik rem komposit sangat dipengaruhi oleh hasil uji sampel.
3. Pemodelan dan optimasi menggunakan software MATLAB sangat membantu dalam penentuan komposisi bahan penyusun rem yang optimal