

## INTISARI

Sepeda merupakan alat transportasi yang digerakan oleh tenaga manusia. *Frame* merupakan komponen pembentuk sepeda yang terpenting karena mempengaruhi karakteristiknya. Salah satu faktor utama yang mempengaruhi *frame* adalah material penyusun *frame*. Material penyusun *frame* sepeda biasanya terbuat dari *steel*, *chromoly*, *alloy*, titanium dan serat karbon. Serat karbon adalah material yang paling ringan dari pada material yang lainnya. Keuntungan serat karbon yang lainnya yaitu kekuatan tinggi, anti korosi dan peredam getaran. Metode dalam manufaktur menggunakan serat karbon seperti *compression molding*, *hand lay-up*, *vacuum bagging*, *wrapped on foam*, *resin transfer molding* dan lain-lain. Proses manufaktur *frame* sepeda karbon biasanya menggunakan serat karbon prepeg kemudian ditempel ke *core*. Setelah itu dimasukan ke dalam cetakan dengan ditekan dalam kondisi vakum dan proses *curing* berlangsung didalam cetakan juga. Pada umumnya, cetakan dibuat dari material konduktor seperti dari baja dan aluminium karena digunakan pada proses *curing* untuk meningkatkan kekuatannya. Akan tetapi, material tersebut sangat berat dan biaya mahal. Untuk mengatasi masalah tersebut maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk melakukan proses manufaktur *frame* sepeda dari bahan cetakan yang ringan dan biaya murah.

Proses manufaktur diawali dengan membuat model 3D *frame* sepeda balap dan cetakan menggunakan *software* CAD. Kemudian desain model 3D cetakan dibuat program CNC 5-axis menggunakan *software* CAM. Hasil pemrograman menghasilkan 2 jenis cetakan yaitu cetakan negatif dan cetakan positif dengan besar nilai *offset* 2 mm. Setelah itu program dikirim ke komputer CNC 5-axis dan dilakukan proses permesinan. Cetakan dibuat menggunakan kayu sintesis khusus pemodelan. Kemudian cetakan dirakit untuk mencetak *core* dari bahan PU *foam* menggunakan cetakan negatif. Rasio campuran PU *foam* A dan B sebesar 1:1 dengan cairan pengeras (A) ditambah 5 gram. Setelah itu, serat karbon ditempel lapis per lapis ke *core* dengan tangan dan dimasukan ke dalam cetakan positif. Perbandingan campuran antara resin dan pengerasnya sebesar 2:1. Kedua cetakan ditekan menggunakan mur dan baur dan diberi lapisan anti lengket untuk melepas dari cetakan dengan mudah. Setelah semua komponen sepeda komplet maka komponen tersebut dirakit di jig sehingga menjadi satu bentuk *frame* sepeda yang utuh. Proses terakhir yaitu proses *curing*. Pada proses ini memanaskan *frame* sepeda yang diletakan didalam jig dengan suhu 120<sup>0</sup> C selama 1 jam. Perkiraan sifat lapisan serat karbon dengan jenis serat T300 menghasilkan modulus elastisitas sebesar 129,994 GPa dan kekuatan tarik sebesar 2006,412 MPa.

**Kata kunci:** *frame* sepeda, serat karbon, cetakan, PU *foam*, CNC, CAD/CAM

## ABSTRACT

Bicycle is a man-powered transportation. Frame is the most important bicycle component that affects its characteristic. One of the main factor that affects the frame is the material. The material of frame is usually made of steel, chromoly, aluminum, titanium and carbon fiber. Carbon fiber is the lightest material that has advantages as high strength, anti-corrosion, and vibration damper. Methods in manufacturing using carbon fiber such as compression molding, hand lay-up, vacuum bagging, wrapped on foam, resin transfer molding and others. The manufacturing process of carbon bike bicycle frame usually use prepreg carbon fiber that attached to the body of core. Then, it is inserted to mold by pressing in a vacuum condition and then the curing process will be conducted in mold also. In general, the molds are made by conductor material such as steel and aluminum because of the curing proses is used to enhance the strength. However, those material is very heavy and expensive. To solve this problem, a research is conducted with the aim to do the manufacturing process of frame with material that has the characteristics of lightweight and low cost.

The manufacturing process is started by making 3D model of road bike frame and the mold using CAD software. Then, the CNC 5-axis program of 3D mold model is made by using CAM software. The result of this program is two kind of molds, negative mold and positive mold with the offset value of 2 mm. After that, the program is sent to the CNC 5-axis computer and then the machining process is started. Molds are made by using master model of particular synthetic wood. Then, the molds are assembled to form the mold core of PU foam material by using negative mold. The ratio between PU foam A and B is 1:1 with epoxy hardener (A) addition of 5 gram. Then, carbon fiber is attached layer by layer to the core by hand and inserted into positive mold. The ratio between resin and hardener is 2:1. Both of mold is pressed using nut and bolt and given the anti-sticky layer to release it from the mold easily. After all components of bicycle is complete, all of them are assembled in jig to be an integrated frame. The last process is curing process. This process is conducted to heat up the frame that located in jig with temperature of 120<sup>0</sup> C in an hour. Approximately, the property of carbon fiber material of T300 fiber type will result the modulus elasticity of 129,994 GPa and tensile strength of 2006,412 MPa.

**Keywords:** bicycle frame, carbon fiber, molding, PU *foam*, CNC, CAD / CAM