

# Rekayasa Mesin *Resin Transformer Moulding* (RTM) Sebagai Mesin Mencetak Spesimen Komposit

Siswanto <sup>1</sup>, Teguh Wiyono <sup>2</sup>, Deni Kustianto <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> *Jurusan Teknik Mesin Politeknik Pratama Mulia Surakarta*  
siswanto.politama@gmail.com

---

## ABSTRACT

*RTM engine engineering (Resin Transfer Molding) is aimed to improve the quality of composite materials research in the environment Pratama Mulia Polytechnic Surakarta. Activities of this RTM engine engineering include: Planning, manufacturing, and testing of machinery. making a printing machine with a vacuum method. Material construction machine using steel elbow 50x50 mm, Motor vacuum using Ve280n model with 110-220V / 50-60Hz power 1 HP, Mold using material Alluminium 350 x 350 x 50 mm. After doing the testing machine, it was found that the RTM machine can be used to print fiber-reinforced polyester resin composite with a size of 200 x 200 x 3.2 mm.*

**Keywords:** *Resin Transfer Molding Machine (RTM), polyester composite, Vacuum motor.*

## I. PENDAHULUAN

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing masing material pembentuknya berbeda. Campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Terminologi komposit memunculkan beberapa permasalahan, satunya ialah komposit. Komposit selalu dibentuk untuk meningkatkan kekuatan, ketahanan terhadap korosi, sifat-sifat listrik (Matthews dkk. 1993).

Secara umum material komposit polimer adalah terbuat dari bahan resin yang diperkuat dengan serat atau partikel. Resin bersifat cair dengan viskositas yang rendah, yang akan mengeras setelah terjadinya proses polimerisasi. Resin berfungsi sebagai pengikat (*bounding*) antara serat yang satu dengan yang lainnya sehingga menghasilkan ikatan yang kuat terbentuk

material komposit yang padu, yaitu material yang memiliki kekuatan pengikat (*bound strenght*) yang tinggi (Budinski K.G, 2003).

Perkembangan di bidang teknologi dan sciences belakangan ini mendorong material komposit banyak di gunakan pada berbagai macam produk. Secara global material komposit dikembangkan untuk menggantikan material logam yang banyak digunakan sebelum berkembangnya material komposit. Banyak metode pembuatan/manufaktur yang di lakukan untuk membuat komposit seperti dengan cara ditempa, diinject, divakum, dll.

Berdasarkan uraian tersebut maka penulis berkeinginan membuat mesin *Resin Transfer Molding* (RTM). Sebagai alat untuk mencetak komposit polimer dengan teknologi vakum, di harapkan dengan teknologi vakum tersebut bahan komposit yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik.

**II. TINJAUAN PUSTAKA**

**A. Penelitian Sebelumnya**

Mustika, Sugiyono dan I.Jujur dalam penelitiannya “Pembuatan Komposit Ac8a/Sicp Dengan Metode *Hot Press* Metalurgi Serbuk” Secara umum metode *hot press* metalurgi serbuk tanpa pengkondisian udara dapat menghasilkan komposit dengan ikatan permukaan matrik dengan penguat yang baik, serta menghasilkan material yang lebih tangguh dimana memiliki kekerasan dan kuat tekan dan kuat luluh yang lebih tinggi. Metode *hot press* dapat meningkatkan hasil cor dengan meningkatkan densitas serta meningkatkan ikatan permukaan bahan pembentuk.

Fajar muslim dkk, dalam penelitiannya “Pembuatan Komposit Dengan Teknik *Vacum Bag*”. Mengatakan bahwa teknik *vacum bag* adalah salah satu dari metode pembuatan komposit dimana komposit dibuat didalam cetakan yang tertutup oleh sebuah bag yang ter-seal dengan rapat dan tidak boleh ada kebocoran kemudian bag tersebut di *vacum* oleh motor *vacum* sehingga terjadi perbedaan tekanan udara antara luar dan dalam *bag* tersebut yang menyebabkan *bag* tersebut akan menekan produk komposit yang akan dibuat dengan merata dan juga akan menarik keluar sisa-sisa atau kelebihan resin pada pembuatan komposit tersebut. Teknik ini lebih efisien dibanding dengan teknik *hand lay-up*.

*Hand lay-up* merupakan metode cetakan terbuka dan tertua dari proses manufaktur material komposit. Teknik tersebut dilakukan dengan cetakan yang terbuka. Metode ini dilakukan dengan cara mengaplikasikan resin pada bahan penguat dengan menggunakan kuas/rol. Biasanya metode ini dilakukan untuk pembuatan komponen besar, seperti lambung kapal, kolam renang, dan lain-lain. Metode *hand lay-up* memiliki kelemahan seperti ketebalan yang tidak konsisten, distribusi resin yang tidak merata, lebih boros resin, kekuatan mekanik yang tidak sebaik proses yang lainnya. Tetapi metode ini masih banyak

dilakukan karena kemudahan dan biayanya yang sangat murah listrik (Gifa Setya. 2016)

**B. Landasan Teori**

**1) Desain Mesin Menggunakan Program *Solidwork*.**

Pembuatan desain kerangka mesin, cetakan, tutup cetakan, motor pompa vakum dan lain – lain menggunakan program *Solidwork*. *Software* ini merupakan salah satu pilihan diantara desain software lainnya seperti *catia*, *autocad* dan lain – lain. Kami memilih *software* ini karena mudah dioperasikan, dapat membuat disain yang sulit dan penggambaran 3D sangat baik.

**2) Mesin Perkakas.**

**a. Mesin Bubut**

Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silindris. Komponen mesin RTM pada beberapa bagian ( permukaan bagian bawah pada cetakan). Putaran mesin dalam proses penyayatan benda kerja dengan mesin perkakas dihitung dengan persamaan:

$$n = \frac{1000.cs}{\pi.d} \text{ Rpm} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- cs = kecepatan potong
- n = putaran mesin
- d = diameter benda kerja
- π = nilai konstanta

Kecepatan Tools pada proses penyayatan dengan mesin bubut dan Pengeboran menggunakan tabel di 1. di bawah.

Tabel 1. Kecepatan Potong Tools HSS

MATERIAL	PEMBUBUTAN DAN PENGEBORAN				PENGULIRAN	
	PEKERJAAN KASAR		PEKERJAAN PENYELESAIAN			
	m/mnt	ft/mnt	m/min	Ft/min	m/min	ft/min
Baja mesin	27	90	30	100	11	35
Baja perkakas	21	60	27	90	9	30
Besi tuang	18	70	24	80	8	25
Perunggu	27	90	30	100	8	25
Aluminium	61	200	93	300	18	60

### b. Mesin Frais.

Mesin frais merupakan salah satu mesin yang mampu mengerjakan suatu benda kerja yang permukaannya datar, sisi, tegak dan miring. Mesin frais ini kami gunakan untuk meratakan permukaan bagian atas cetakan, ruang vakum, dan permukaan samping cetakan. Kecepatan alat potong (Tools) pada proses penyayatan pada mesin frais menggunakan tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Kecepatan Potong

MATERIAL	CUTTING SPEED (Vc) (M/MENIT)		
	BAJA PERKAKAS	HSS	CARBIDA
st.34	20 – 30	20 – 35	150 – 250
st.42	20 – 30	20 – 35	150 – 250
st.50	11 – 17	16 – 26	120 – 200
st.60	9 – 11	14 – 21	100 – 160
st.70	9 – 11	14 – 20	80 – 140
st.85	9 – 11	14 – 20	60 – 110
Besi tuang	8 – 14	18 – 20	60 – 90
Alumunium	-	200 – 300	600 – 800
Bronze	-	20 – 45	150 – 250

### c. Las

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu. Membuat kerangka mesin *RTM* ini kami menggunakan las listrik, konstruksi yang di ingin panjang 700 mm, lebar 550 mm dan tinggi 850 mm dengan bahan plat siku 50 mm x 50 mm ketebalan 4 mm. Tegangan las dibawah 45 volt, suhu yang terjadi ketika pengalasan  $\pm 5500^{\circ}c$ . Proses pengelasan diawali dengan membuat bagian atas dan bagian tengah kerangka kemudian kaki – kaki kerangka.

### 3) Motor Pompa Vakum

Pompa vakum adalah sebuah alat untuk mengeluarkan molekul-molekul gas dari dalam sebuah ruangan tertutup untuk mencapai tekanan vakum. Pompa vakum ini kami gunakan untuk memvakumkan ruang cetak agar terjadi

kevakuman sehingga fluida resin akan mengalir menuju cetakan dan akan tercampur dengan serat yang sudah dipadatkan.

## III. METODOLOGI

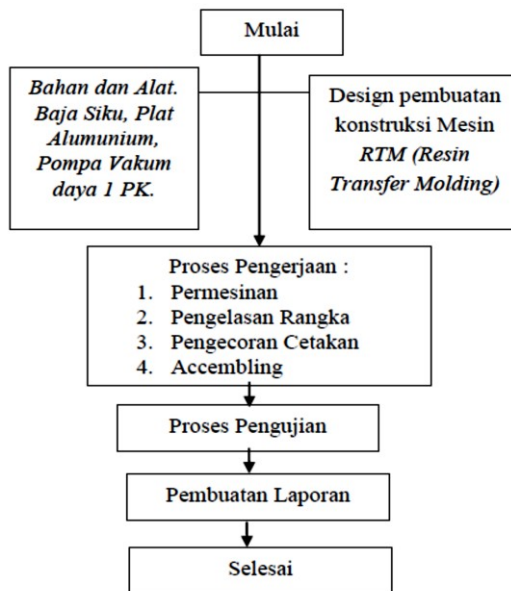
### A. Tempat dan Jadwal Pelaksanaan

Tempat yang digunakan dalam pembuatan mesin *Resin Transfer Molding (RTM)* tersebut adalah bulan february-April 2017 di laboratorium kerja bangku mesin Politeknik Pratama Mulia Surakarta,

### B. Bahan dan Alat.

Bahan Konstruksi menggunakan Baja Siku 50x50 mm, Cetakan menggunakan Bahan Alumunium Tebal 300 x 300 x 40 mm. Penutup Cetakan menggunakan Kaca Temper tebal 12 mm sehingga kuat. Pengerjaan mesin menggunakan mesin perkakas bubut, Mesin Frais, Mesin Las, serta alat pendukung lainnya

### C. Tahapan Pelaksanaan.



Gambar 1. Diahur Alur Pelaksanaan Penelitian.

### 1) Persiapan Bahan.

Bahan Konstruksi Menggunakan bahan baja siku ukuran 40 x 40 mm yang di beli dari Pasar besi Semanggi Surakarta. Bahan Cetakan

menggunakan Alumunium yang di beli dari pusat kerajinan pengecoran Logam Batur Klaten Surakarta. Bahan Penutup cetakan menggunakan Kaca temper tebal 12 mm yang di beli dari Toko Kaca matahari Gandekan Surakarta.

## 2) Pembuatan mesin.

Gambar Konstruksi mesin RTM di gambar dengan menggunakan Komputer Program Solidwork. Pembuatan mesin dan pengujian mesin RTM di lakukan di Lab Mesin Politeknik Pratama Mulia Surakarta

## 3) Penyusunan laporan.

Kegiatan penelitian pembuatan mesin RTM setelah selesai, maka dilakukan penyusunan laporan. Penyusunan laporan di berdasarkan format dan ketentuan di Politeknik Pratama Mulia Surakarta.

# IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

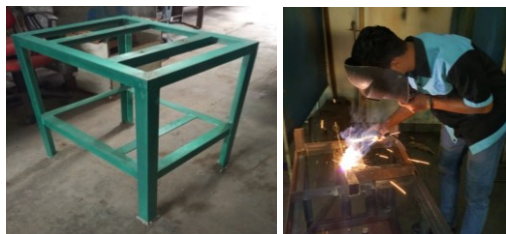
## A. Mesin Resin Transfer Moulding ( RTM).



Gambar 2. Mesin RTM

### 1) Konstruksi kerangka mesin.

Bahan untuk membuat kerangka mesin RTM (Resin Transfer Moulding) ini menggunakan baja bentuk profil siku dengan ukuran 50 x 50 dengan ketebalan 4 mm. Pembuatan kostruksi kerangka mesin dengan cara pengelasan menggunakan ampere 90 A.



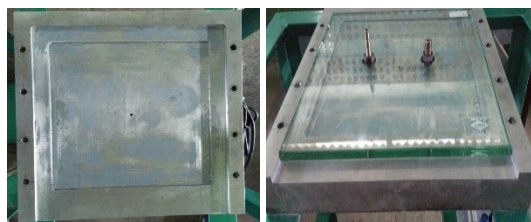
Gambar 3. Proses pengerjaan Kosntruksi kerangka mesin

Tegangan yang digunakan pada las listrik sangat menentukan terjadinya loncatan bunga api listrik, semakin besar tegangan semakin mudah terjadinya loncatan bunga api listrik. Tegangan las yang digunakan adalah 45 volt , suhu yang terjadi ketika pengelasan yaitu  $\pm 5500^{\circ}\text{C}$ . Elektroda yang digunakan adalah jenis RD – 260 dengan ukuran  $\varnothing 2,0 \times 300 \text{ mm}$ .

### 2) Cetakan

Pengerjaan cetakan menggunakan mesin frais dengan pisau End mill Doameter 15 mm. panjang cetakan 350 mm, dengan lebar 350 mm dan tebal 50 mm. Untuk ruang cetaknya memiliki panjang 250 mm, lebar 250 mm dan tebal 3 mm. di bagian tengah cetakan terdapat lubang yang berdiameter 4 mm. lubang tersebut akan berfungsi sebagai jalan masuk cairan resin. Pada bagian permukaan tepi cetakan terdapat 8 lubang ulir M10x 1,5 digunakan untuk pengikat penutup cetakan. Bentuk cetakan meisn RTM di tunjukkan pada gambar 3 di bawah.

Kaca tempered berfungsi sebagai penutup ruang cetak pembuatan material komposit. kaca tempered ini dibuat di matahari glass yg beralamat di pucangsawit, surakarta. Panjang kaca tempered 350 mm, lebar 350 mm dan tebal 15 mm



Gambar 4. Cetakan dan Kaca penutup cetakan.

### 3) Motor Pompa Vakum

Motor pompa vakum menggunakan daya 1 Hp, kekuatan vakum yang dihasilkan cukup kuat untuk mentransfer cairan resin dari tangki ke cetakan. Spesifikasi motor pompa vakum yang digunakan ditunjukkan pada tabel 3. Dibawah.

Tabel 3. Spesifikasi Motor pompa vakum.

Model	VE280N
Voltage	230V-/50-60Hz
Free Air Displacement	9 CFM
Ultimate Vacuum	15 Micron
Motor	1 Hp
Intake Ports	1/4" & 3/8" Flare
Oil Capacity	500 ml
Dimensions	395x145x257 mm
Weight	16.2 Kg

Komponen Penyusun Motor Pompa Vakum ditunjukkan pada gambar 4 dibawah.



Gambar 4. Pompa vakum dan bagian-bagiannya.

### 4) Manometer Vakum

Manometer vakum digunakan untuk mengukur kevakuman dalam ruang hampa. Pada perencanaan ini manometer digunakan untuk mengukur kevakuman pada ruang cetakan. Satuan dari alat ukur ini adalah inHg (Inch Of Mercury). Manometer vakum di tunjukkan pada gambar 5 dibawah.



Gambar 5. Manometer Vakum

### 5) Tangki Resin

Tangki berfungsi sebagai wadah resin. Pada tutup tangki diberi dop sebagai dudukan selang. Ketika mesin dihidupkan resin akan naik melalui selang tersebut menuju ruang cetak



Gambar 6. Botol tangki resin

### B. Sistim kerja Mesin RTM (*Resin Transfer Molding*).

Mesin RTM berfungsi untuk membuat spesimen komposit dengan cara di cetak melalui sistim vakum. Cara kerja mesin RTM adalah sebagai berikut:

- Yakinkan sebelum mesin bekerja semua bagian RTM dalam keadaan berfungsi baik.
- Serat penguat komposit diletakkan dalam cetakan dan disusun merata dalam cetakan, kemudian cetakan ditutup menggunakan penutup cetakan (Kaca tempered).
- Resin dicampur 1% hardener dimasukkan dalam botol tangki resin dan ditutup dengan rapat.
- Motor vakum dihidupkan, saat motor vakum bekerja terjadi penghisapan udara sehingga ruang cetakan terjadi hampa udara (*vacum*).
- Vakum dalam cetakan tersebut menyebabkan bahan resin dalam botol tangki tersedot masuk mengisi ruang dan celah permukaan serat dalam cetakan. Setelah resin penuh mengisi cetakan, maka motor vakum di matikan.
- Lepas selang-selang saluran baik yang ke motor vakum maupun pada botol tangki resin, serta bersihkan dengan tiner.
- Cetakan di biarkan selama 20 jam sampai komposit dalam cetakan sudah mengeras. Setelah komposit mengeras, maka kaca penutup cetakan di lepas.

- h. Komposit yang terbentuk dikeluarkan dari cetakan, dibersihkan dan dipotong-potong menjadi komposit spesimen.

### C. Perawatan Mesin RTM.

#### 1) Perawatan motor vakum.

Pengecekan Fungsi Motor vakum sebelum di gunakan, pastikan tidak ada benda asing yang menyumbat

#### 2) Perawatan Cetakan.

Pastikan cetakan dalam kondisi bersih, tidak ada pengotor bebas sisa resin di permukaan cetakan atau di celah cetakan. Guna menjaga cetakan mudah di bersihkan setelah di pakai, maka sebelum di gunakan untuk mencetak, Olesi semua permukaan dengan WEK atau Greass. Pelapisan WEK tersut bertujuan untuk memudahkan pembersihan permukaan cetakan setelah di pakai untuk mencetak komposit.

#### 3) Perawatan selang saluran, botol tangki resin.

Botol tangki resin dan Selang saluran yakinkan dalam konsisi baik dan tidak tersumbat, setelah di gunakan, sebaiknya semua selang saluran dan botol tangki resin dibersihkan menggunakan cairan tiner serta di bersihkan dengan alat kompressor supaya dapat membersihkan bagian-bagian yang sulit dijangkau alat lain.

## V. KESIMPULAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

- Mesin RTM dibuat berguna untuk membuat komposit dengan metode cetak sistim vakum.
- Mesin RTM menggunakan motor vakum 1 PK, Putaran 1400 rpm, Cetakan bahan Alumunium ( 300 x 300 x 40 mm), Penutup cetakan menggunakan kaca tempered.
- Mesin mudah di opsikan oleh siapa saja dan mudah dalam perawan dan perbaikannya.

### B. Saran- Saran

Berdasarkan keterbatasan yang ada pada mesin *RTM (Resin Transfer Molding)* maka dikemukakan saran-saran sebagai berikut :

- Perawatan mesin *RTM (Resin Transfer Molding)* harus dilakukan secara rutin supaya mesin awet.
- Hendaknya dalam pengoprasian harus diperhatikan bagian-bagian yang perlu di cek kondisinya baik apabila mesin sebelum dipakai, dan sesudah mesin digunakan sebaiknya cetakan dan selang dibersihkan dari cairan resin yang menempel agar mesin dapat bertahan lebih lama sesuai dengan umur perencanaan.

## REFERENSI

- Matthews, F.L. dan Rawlings, R. D. 1993. *Composite Material Engineering and Science*. Imperial College of Science Technology and Madicine : London
- Budinski K. G., and Budinski M. K., *Engineering Materials - Properties and Selection*, PHI Learning Pvt. Ltd., 9th Edition, New Delhi, 2009.
- T.Mustika, B.Sugiyono dan I.N.Jujur, *Pembuatan Komposit AC8A / SICP Dengan Metode Hot Press Metalurgi Serbuk*.
- Fajar muslim dkk, *Pembuatan Komposit Dengan Teknik Vacuum Bag* ( 2017 ).
- Gifa setya.2016 *Metode Pembuatan Material Komposit Konvensional (Hand Lay-Up And Spray-Up)*.
- <https://indokomposit.org/tag/hand-layup/>. Diakses pada tanggal 21 mei 2017.