

## Pembuatan Sudu Turbin Mikrohidro dari Material Komposit Ijuk-Polimer dengan Teknik Vacuum Bag

Dedi Lazuardi, Agus Sentana, dan Rustan Abimanyu

Jurusan Teknik Mesin FT - Universitas Pasundan  
Jl. Dr. Setiabudhi 193, Bandung, 40153  
[delazu14@yahoo.com](mailto:delazu14@yahoo.com)

### Abstrak

Salah satu hal yang berkaitan dengan turbin air adalah sudu turbin, profil sudu turbin akan mempengaruhi efisiensi turbin, sedangkan umur sudu turbin ditentukan oleh materialnya. Umumnya sudu turbin mikrohidro terbuat dari aluminium, dengan alasan utama masalah teknik produksi dan ketahanan korosinya. Dalam penelitian ini dilakukan inovasi material sudu turbin, yaitu membuat sudu turbin dengan material komposit ijuk-polimer. Salah satu tujuannya agar diperoleh teknik pembuatan sudu turbin dari material komposit yang memiliki kualitas yang lebih baik. Penelitian ini dimulai dengan membuat sudu turbin mikrohidro dari material komposit serat ijuk-polimer, dengan teknik vacuum bag, kemudian dilakukan pengujian mekanik terhadap sudu turbin, dan pengujian performansi turbin. Hasil menunjukkan bahwa sudu turbin yang dibuat dari material komposit ijuk-polimer dengan teknik vacuum bag memiliki sifat mekanik yang memadai tanpa mengubah performansi turbin.

**Keywords:** Mikrohidro, vacuum bag, komposit, ijuk, polimer.

### Pendahuluan

Kebutuhan listrik di daerah terpencil, dapat dipenuhi dengan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). Salah satu komponen utama PLTMH adalah turbin, dimana hal-hal yang perlu menjadi pertimbangan dalam rancang bangunnya adalah dari sisi harga, perawatan, dan pengadaan suku cadang. Turbin yang banyak digunakan saat ini terbuat dari aluminium. Turbin yang terbuat dari aluminium, memiliki kendala dalam teknik produksinya untuk daerah terpencil terutama dari masalah kuantitas produksi dan proses produksinya.

Proses produksi untuk pembuatan sudu turbin dari bahan aluminium dilakukan dengan proses pengecoran yang tentu harus memenuhi syarat-syarat proses produksi, diantaranya: Tungku peleburan yang memenuhi syarat, pola dan cetakan yang sempurna, serta komposisi yang sesuai. Syarat-syarat tersebut yang membuat proses produksi agak terkendala jika dilakukan di tempat sembarang.

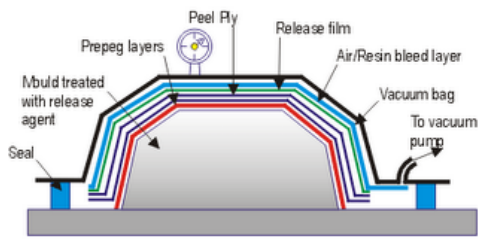
Dari fakta-fakta tersebut, dicari alternatif material sudu turbin mikro hidro yang dapat dibuat dengan teknik yang sederhana, tetapi memiliki kinerja yang memadai. Salah satu alternatif yang dapat diajukan dan dikaji adalah material komposit, terutama komposit dengan serat alami yang dapat ditemukan dengan mudah di daerah-daerah.

Dari pemaparan di atas, ada beberapa permasalahan yang harus dijawab: Pertama, jenis material komposit yang mana yang cocok digunakan sebagai material untuk sudu turbin? Kedua, teknik produksi yang mana yang tepat digunakan dalam pembuatan sudu turbin?

Dari kajian-kajian sebelumnya, salah satu material komposit yang dapat digunakan untuk material sudu turbin PLTMH adalah serat ijuk-polimer. ... (2010). Dari hasil kajian tersebut diketahui bahwa sudu turbin dapat berfungsi dengan baik, hanya saja, dengan aplikasi teknik "hand lay-up", sudu turbin yang dihasilkan masih memiliki banyak porositas. Tentu saja dengan adanya cacat tersebut dapat mengurangi keandalan sudu.

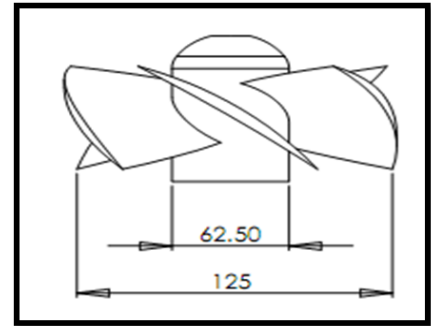
Untuk menghilangkan cacat yang ada sehingga keandalan sudu turbin meningkat, salah satu solusinya adalah dengan mengubah proses pembuatannya. Diusulkan proses pembuatan diubah dari proses *hand lay-up* menjadi proses *vacuum bag*. Metode ini adalah pengembangan dari metode *hand lay up*. Dengan metode *vacuum bag* cetakan berisi komposit akan dimasukan kedalam kantong kedap udara kemudian udara didalam kantong tersebut akan dipompa keluar. Fungsinya yaitu untuk menghilangkan *void-void* atau rongga dengan memaksa keluar udara yang terperangkap. Cara ini termasuk cara yang ekonomis dan mudah dilakukan.

11. Kekurangan hasil cetakan diratakan dengan dempul kemudian dihaluskan kembali



Gambar 1. Skematik Proses Vacuum Bag

[www.azobuild.com]



Gambar 2. Disain sudu turbin

### Metoda Eksperimen & Fasilitas Yang Digunakan

Pada penelitian ini telah dikembangkan teknik pembuatan sudu turbin dengan metoda *vacuum bag*, selanjutnya dilakukan pengujian kinerja dan pengujian kekuatan material.

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : Serat Ijuk, Resin, Katalis, White oil, NaOH, *Vacuum Bag*, Cetakan, Timbangan Digital, Gelas Ukur, Ampelas, *Pressure Gauge Vacuum*, Penggaris, Pisau, *Cutter*, Gunting, Spidol, solasi.

Proses pembuatan adalah sebagai berikut:

1. Serat ijuk yang telah disiapkan disortir terlebih dahulu, memisahkan antara serat yang berdiameter kecil dan besar, serat yang akan digunakan adalah serat ijuk yang memiliki diameter yang cukup kecil agar mempermudah penyusunan dalam cetakan.
2. Ijuk dan resin ditimbang beratnya, perbandingan berat resin dan ijuk adalah 60% resin dan 40% ijuk
3. cetakan terlebih dahulu dilapisi *white oil* untuk mencegah hasil cetakan menempel pada cetakan
4. Susun ijuk pada cetakan dengan arah memanjang searah *sudu*, pastikan agar ijuk dapat mengisi seluruh celah cetakan
5. Campur resin dengan katalis dengan perbandingan 100:1
6. Tuang resin pada cetakan yang telah terisi ijuk, pastikan seluruh celah cetakan yang telah terisi ijuk terisi dengan resin
7. Setelah kedua cetakan terisi dengan serat dan resin kemudian cetakan yang bawah dan atas di satukan.
8. Setelah cetakan atas dan bawah menempel, kemudian cetakan di masukan kedalam bag dan selanjutnya di lakukan proses *vacuum bag*.
9. Bongkar hasil cetakan setelah didiamkan selama kurang lebih 18 jam untuk memastikan resin telah kering
10. Hasil cetakan di amplas untuk memperoleh permukaan yang halus sebelum didempul



Gambar 3. serat ijuk yang telah di pilih



Gambar 5. cetakan yang telah di lapisi dengan white oil



Gambar 6. Ijuk disusun pada cetakan



Gambar 7. Resin dan katalis dicampur



Gambar 11. sudu yang baru dilepas dari cetakan



Gambar 8. Resin yang dituangkan kedalam cetakan



Gambar 12 Permukaan *sudu* diampas untuk meratakan permukaan sebelum didempul



Gambar 9. cetakan yang telah disatukan



Gambar 12 Sudu setelah didempul dan diampas



Gambar 10. proses vacuum bag

Setelah sudu selesai dibuat, berikutnya adalah menguji sudu. Pengujian pertama adalah pengujian kinerja sudu, dan yang kedua adalah pengujian kekuatan sudu.

Pengujian kinerja sudu, bertujuan untuk mengetahui apakah sudu yang dibuat memiliki kinerja yang sama baiknya dengan sudu yang selama ini digunakan. Adapun langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. *Sudu* yang masih terpasang pada turbin di copot untuk diganti dengan *sudu* komposit yang telah dibuat dan selesai *difinishing*
2. Pasangkan *sudu* komposit sesuai dengan prosedur pemasangan *sudu* yang ada

3. Buka penutup saluran bak penampung
4. Setelah terlihat pusaran air, turbin langsung dipasang pada lubang saluran yang ada
5. Lihat perubahan Amperemeter dan Voltmeter pada control box
6. Catat perubahan arus dan tegangan per 20 menit secara kontinu
7. Lihat keadaan *sudu* setiap selesai mencatat perfoma
8. Lepaskan kembali *sudu*

Pengujian selanjutnya adalah pengujian bending, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa beban maksimum yang dapat ditahan oleh sebilah *sudu* turbin.

Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Cekam *sudu* turbin di atas meja kerja.
2. Bebani salah satu bilah *sudu* dengan beban, tambahkan terus beban secara progresif sampai bilah *sudu* patah.
3. Lakukan hal yang sama untuk bilah-bilah yang lainnya.



Gambar 3. Set up pengujian beban *sudu* turbin



Gambar 4. *Sudu* setelah mengalami pengujian

**Hasil dan Pembahasan**

Tabel 1. Data Hasil pengujian kinerja turbin yang menggunakan *sudu* komposit dengan proses vacuum bag.

Pengujian	20 menit ke -					
	1	2	3	4	5	6
Performa						
Tegangan (V)	185	190	200	210	210	220
Arus (A)	2,23	2,10	2,15	2,30	2,40	2,42
Kondisi	baik	baik	baik	baik	Baik	baik

Pengujian	20 menit ke -					
	7	8	9	10	11	12
Performa						
Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220
Arus (A)	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
Kondisi	baik	baik	baik	baik	Baik	baik

Tabel 2. Data hasil uji bending

Sudu turbin	Beban ketika patah (kg)
1	16
2	22
3	24
Rata-rata	20,6 kg

**Analisa**

Dari data-data table 1, menunjukkan bahwa kinerja *sudu* yang dibuat dengan teknik vacuum bag memenuhi standard. Sedangkan dari uji kekuatan bending (table 2), *sudu* turbin hasil pembuatan dengan proses vacuum bag cukup untuk menahan bending akibat tekanan air. Dan harga ini lebih tinggi daripada kekuatan bending *sudu* yang dibuat dengan proses hand lay up, dimana kekuatan bending *sudu* hasil proses hand lay up sebesar 11,5 kg [Tabah, 2010]

Dari data bahan-bahan untuk *sudu* turbin, harga dasar material untuk *sudu* turbin sebesar Rp. 63.000,00 dengan rincian sebagai berikut:

Untuk satu unit *sudu* dibutuhkan ± 147 g resin dan 21 g ijuk dengan Jumlah biaya = Rp 50.000; sedangkan untuk finishing = Rp. 15.000 (dempul). Jadi biaya dasar adalah sebesar Rp 63.000

**Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan :

1. Pembuatan *sudu* turbin air jenis mikrohidro propeller open flume 125 mm dapat dilakukan dengan proses vacuum bag,.

2. Sudu turbin yang dibuat adalah jenis propeller dengan diameter luar *blade* 125 mm dan diameter dalam 62,5 mm, kapasitas daya yang dihasilkan 100 watt dibuat dari material komposit resin-ijuk dengan teknik vacuum bag.
3. Setelah dilakukan pengujian kinerja turbin, daya yang dihasilkan turbin yang menggunakan sudu komposit dengan teknik vacuum bag maupun dengan teknik hand lay up, hasilnya relatif sama.
4. Harga dasar sudu turbin relatif murah, sekira Rp. 65.000,00

Terima kasih kami haturkan yang setinggi-tingginya untuk Bapak Eddy, direktur CV Cihanjuang Inti Teknik (CIT), yang telah memberi kesempatan kepada kami untuk diskusi serta telah mengijinkan menggunakan fasilitas pengujian yang ada di CIT.

### Referensi

- T. H. Hou and B. J. Jensen, Evaluation of Double-Vacuum-Bag Process For Composite Fabrication, NASA Langley Research Center, 2002
- ASM International Handbook comitee, Engineered Material Handbook, vol 1, 1987
- Dietzel Fritz, Prof. Dipl. Ing. “*Turbin, Pompa, dan Kompresor*”, alih bahasa Ir.Dakso Sariyono, cetakan keempat, Erlangga. Jakarta: 1980
- Gibson, F.R, “*Principles of Composite material Mechanis*”, *International Edition*”, McGraw-Hill Inc, New York, 1994
- Tabah Cahyadi, Pembuatan sudu turbin dari Ijuk-epoksi, Tugas akhir teknik mesin Unpas, 2010
- Summers, Matthew. D, “*Fundamental Properties of Rice Straw in comparison with Softwoods*”, 2000
- [www.lppm.uns.ac.id.htm](http://www.lppm.uns.ac.id.htm) “Komposit Serat Alam” 23 Mei 2010

**Ucapan Terima kasih**