



## **Pengaruh ketebalan dan modulus penambah terhadap sifat termofisika *exothermic sleeve* sekam padi**

### ***The effect of thickness and modulus on thermophysical properties of exothermic sleeve from risk husk***

**D. Idamayanti<sup>1</sup>, W. Purwadi<sup>1</sup>, M. Zanet<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Dosen Jurusan Teknik Pengecoran Logam, Politeknik Manufaktur Bandung, Jl. Kanayakan No. 21, Kota Bandung, 40135.

<sup>2</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Pengecoran Logam, Politeknik Manufaktur Bandung, Jl. Kanayakan No. 21, Kota Bandung, 40135.

\*E-mail: [muhhammadzanet77@gmail.com](mailto:muhhammadzanet77@gmail.com)

---

#### ARTICLE INFO

#### ABSTRACT

*Article History:*  
*Received*  
*Accepted*  
*Available online*

---

*Keywords:*  
*Casting Yield*  
*Exothermic Sleeve*  
*Modulus*  
*Modulus Extension Factor*  
*Penambah*  
*Sekam Padi*



*Pada industri pengecoran logam khususnya pengecoran baja untuk menaikkan casting yield digunakan material exothermic yang disebut sebagai exothermic sleeve. Sleeve adalah material yang menyelimuti cairan penambah yang berfungsi untuk meningkatkan efisiensinya sehingga penambah dapat diperkecil. Namun untuk exothermic sleeve dengan material sekam padi nilai MEF-nya masih dibawah sleeve produk impor. Pada penelitian ini, dilakukan pengecoran baja dengan material GS30Mn5, lalu dilakukan pengujian laju pendinginan pada riser sleeve sekam padi dengan variasi ketebalan dan modulus. Tujuannya adalah untuk mengetahui Modulus Extension Factor (MEF) paling baik pada setiap modulus dan ketebalan yang diuji. Variasi Ketebalan yang digunakan adalah 15 mm dan 25 mm pada sleeve dengan modulus 1,6 cm. Variasi modulus geometri yang digunakan adalah 1 cm, 1,6 cm, dan 3 cm dengan rasio diameter dan ketinggian penambah 1 : 1. Dari hasil pengujian MEF, exothermic sleeve dengan variasi ketebalan 25 mm memiliki nilai MEF paling tinggi yaitu 1,90 dan waktu pembekuan 285 detik. Pada variasi modulus, exothermic sleeve dengan modulus 1 cm memiliki nilai MEF yang paling tinggi yaitu 1,90 dan waktu pembekuan 48 detik. Penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan dari sleeve akan meningkatkan nilai MEF dan sebaliknya peningkatan modulus dari exothermic sleeve menghasilkan nilai MEF yang menurun..*

## 1. PENDAHULUAN

Masalah utama yang terjadi pada industri pengecoran logam terutama pengecoran baja adalah *casting yield* yang rendah (rata-rata dibawah 50%). Penyebabnya adalah karena pengecoran baja harus menggunakan saluran penambah (*riser*) untuk menanggulangi penyusutan yang relatif besar yaitu sekitar 7% (Burns 1986). Efisiensi penambah jenis *sand riser* ini adalah sekitar 14% (Beeley 2001).

Peningkatan efisiensi penambah dapat dilakukan dengan menambah waktu pembekuan baja menjadi lebih lama dengan menggunakan *sleeve* (Hardin, Williams, and Beckermann 2013).

Pengecoran logam di Indonesia terutama di Laboratorium pengecoran logam Politeknik Manufaktur Bandung (POLMAN) masih menggunakan *exothermic sleeve* impor dengan bentuk dan dimensi yang terbatas. Ini menyebabkan pemilihan *exothermic sleeve* terbatas dan tidak fleksibel. Selain itu biaya yang dibutuhkan untuk *exothermic sleeve* impor juga relatif besar. Berdasarkan hal tersebut Triadji (2018) melakukan penelitian mengenai substitusi material *exothermic sleeve* menggunakan bahan sekam padi. Material ini memiliki nilai kalor 15,3 kJ/gram, nilai ini lebih besar dibandingkan *exothermic sleeve* impor yang mempunyai nilai kalor 11,35 kJ/gram (Triaji 2018). *Exothermic sleeve* sekam padi mampu menahan laju pembekuan baja menjadi lebih lambat dari 215 menjadi 454 detik. *Modulus extension factor* (MEF) yang didapatkan dari *exothermic sleeve* sekam padi adalah sebesar 1,69. Nilai ini memenuhi nilai minimal MEF berdasarkan *Indian Standard IS 15865 : 2009* yaitu 1,60 (Anon 2009). Akan tetapi nilai MEF *exothermic sleeve* sekam padi ini masih dibawah nilai MEF dari *sleeve* impor (Kalmindex).

*Modulus extension factor* (MEF) adalah rasio dari *modulus* geometri *sand riser* dan *modulus* geometri riser *sleeve* sehingga riser *sleeve* dianggap memiliki *modulus* yang sama dengan *modulus* sand riser yang digunakan.

Ketebalan dan *modulus exothermic sleeve* memiliki pengaruh yang besar terhadap nilai MEF dari *sleeve* yang dilihat berdasarkan laju pembekuan dari *riser* (Wlodawer 1966). Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan menguji laju pembekuan dari riser *sleeve* dan perhitungan MEF dengan variasi *modulus* dan ketebalan yang berbeda untuk melihat pengaruhnya terhadap sifat termofisika dari *exothermic sleeve*.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan modulus dan ketebalan yang berbeda terhadap sifat termofisika *exothermic sleeve* sekam padi dan menghasilkan *exothermic sleeve* berbahan sekam padi yang memenuhi spesifikasi *sleeve properties* dari *indian standard* (IS 15865 : 2009).

## 2. METODE PENELITIAN

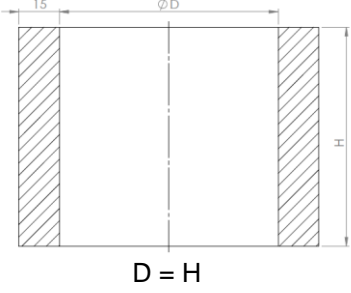
*Exothermic sleeve* yang digunakan terbuat dari sekam padi sebagai bahan utama, lem PVAc sebagai bahan pengikat, dan metanol sebagai pengencer lem PVAc. Komposisinya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi *sleeve* sekam padi

No.	Bahan	Banyaknya
1.	Sekam padi (mesh 60)	89%
2.	<i>Polyvinyl acetate</i>	11%
3.	Metanol sebagai pengencer binder	180 % dari PVAc

*Exothermic sleeve* sekam padi yang akan diuji terdiri dari dua jenis variasi yaitu variasi ketebalan dan variasi *modulus*. Variasi ketebalan yang digunakan adalah 15 mm dan 25 mm pada *sleeve* dengan *modulus* 1,6 cm seperti pada Gambar 2. Variasi *modulus* yang digunakan adalah 1 cm, 1,6 cm, dan 3 cm seperti pada Tabel 2.

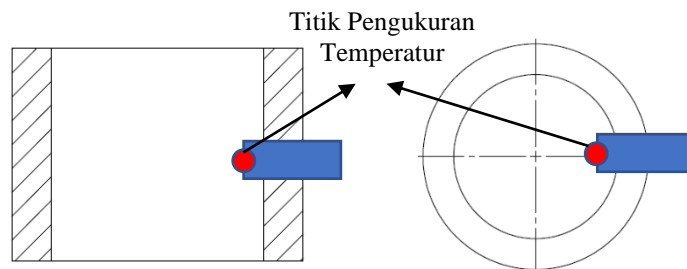
Tabel 2 Detail variasi *modulus*

No	Modulus	Diameter (D)	Tebal	Ilustrasi
1	1 cm	50 mm	15 mm	 <p style="text-align: center;">D = H</p>
2	1,6 cm	80 mm	15 mm	
3	3 cm	15 mm	15 mm	



Gambar 1. Variasi ketebalan *sleeve* 15 mm (kiri) dan 25 mm (kanan)

Karakterisasi yang dilakukan adalah pengujian laju pembekuan pada pengecoran baja dengan material GS30Mn5 pada temperatur cor 1600°C. Alat pengukuran yang digunakan ialah *thermocouple* tipe R dan *Omega data logger* temperatur. Cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir kering berpegikat Alkali Phenolic. Posisi pengukuran temperatur ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Posisi *thermocouple* dan titik pengukuran temperatur

Data yang dihasilkan berupa waktu pembekuan dari *riser exothermic sleeve* dan juga nilai MEF. Nilai MEF dihasilkan dari pembagian antara *modulus sand riser* dengan *modulus riser sleeve*, dimana kedua *riser* tersebut memiliki waktu pembekuan yang sama. Waktu pembekuan *sand riser* didapatkan dari simulasi dengan aplikasi SolidCast 8.2.5.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

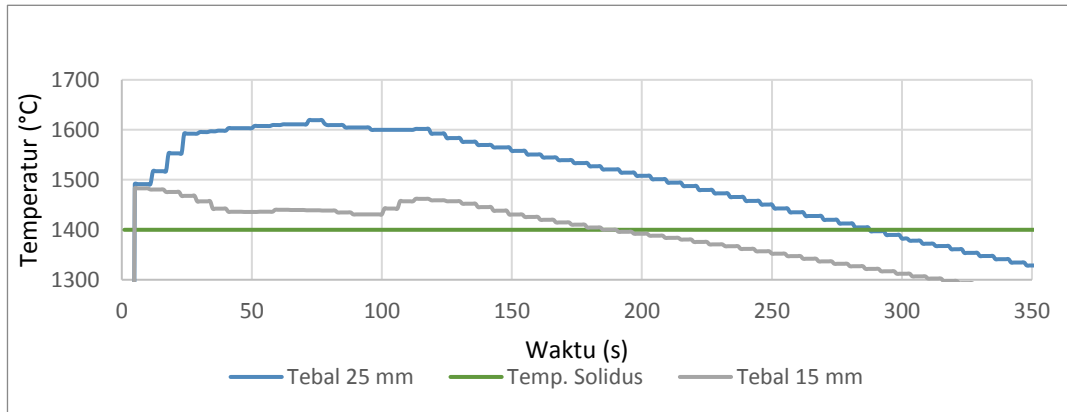
Pengujian laju pembekuan dilakukan pada variasi ketebalan *sleeve* pada *riser* dengan diameter 80 mm. Pada pengujian ini dihasilkan grafik waktu pembekuan *riser sleeve* seperti pada Tabel 3 dan Gambar 3.

Pada Gambar 3 dan Tabel 3 terlihat bahwa *riser sleeve* dengan tebal 25 mm memiliki waktu pembekuan yang lebih lambat. Meningkatnya ketebalan *sleeve* maka akan meningkatkan massa dari *sleeve* sehingga jumlah *fuel* yang tersedia menjadi lebih banyak dan hasilnya adalah energi yang dihasilkan lebih besar. *Sleeve* tebal 25 mm menghasilkan energi sebesar 1115,9 kJ sedangkan *sleeve*

dengan tebal 15 menghasilkan energi sebesar 572,5 kJ. Suplai energi yang lebih besar mengakibatkan peningkatan temperatur yang lebih besar pula sehingga laju pendinginan menjadi lebih lambat. Laju pendinginan yang lebih lambat akan meningkatkan efisiensi dari riser sleeve menjadi lebih baik (Williams 2016).

Tabel 3 Waktu Pembekuan Riser Sleeve Variasi Ketebalan

No	Jenis penambah	Waktu Pembekuan
1	Riser sleeve dengan tebal 15 mm	190 detik
2	Riser sleeve dengan tebal 25 mm	285 detik



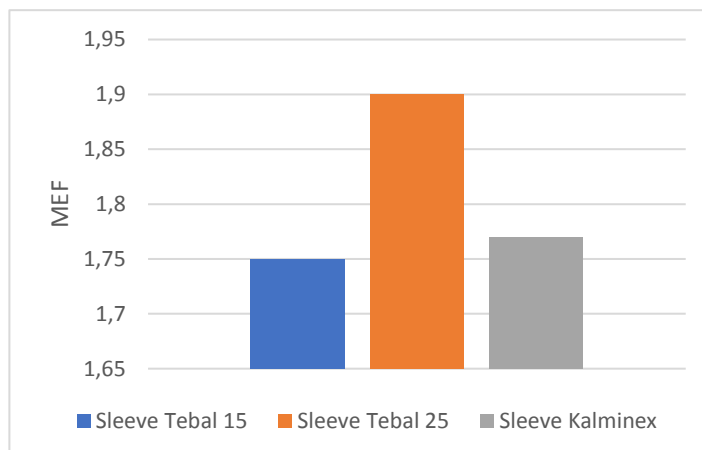
Gambar 3. Grafik laju pendinginan riser sleeve dengan variasi ketebalan

Tabel 4 menyajikan data waktu pembekuan sand riser. Berdasarkan hasil pengujian laju pembekuan sand riser, sleeve dengan ketebalan 15 mm mendekati waktu pembekuan sand riser dengan diameter 140 mm dan sleeve dengan ketebalan 25 mm mendekati nilai sand riser dengan diameter 152 mm.

Tabel 4. Waktu Pembekuan Sand Riser

No	Diameter	Waktu Pembekuan	Keterangan
1	80 mm	21 detik	-
2	140 mm	196 detik	Mendekati sleeve tebal 15 mm (190 detik)
3	152 mm	280 detik	Mendekati sleeve tebal 15 mm (285 detik)

Berdasarkan hasil pengujian waktu pembekuan riser sleeve dan sand riser, didapatkan nilai MEF dari sleeve dengan tebal 15 mm sebesar 1,75 dan MEF dari sleeve tebal 25 mm sebesar 1,90. Nilai MEF yang dihasilkan tersebut telah memenuhi nilai MEF minimum Indian Standard yaitu 1,60. Apabila dibandingkan dengan sleeve impor (Kalminex) seperti pada gambar 4, sleeve dengan tebal 25 mm memiliki nilai yang lebih tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai pengganti sleeve kalminex.



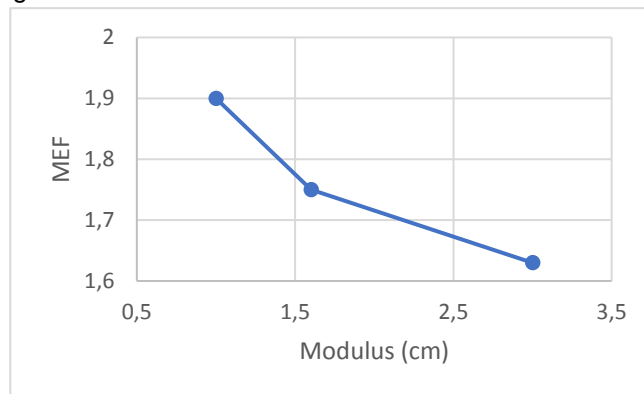
Gambar 4. Nilai MEF sleeve sekam padi dan sleeve impor (Kalminex)

Tabel 5 menyajikan hasil pengujian waktu pembekuan dari *sleeve* dengan variasi *modulus* dan perbandingannya dengan *sand riser*. Berdasarkan hasil pengujian laju pembekuannya *sleeve* dengan *modulus* 1 cm memiliki waktu pembekuan yang hampir sama dengan *sand riser* diameter 95 mm maka nilai MEF-nya adalah 1,90, *sleeve* dengan *modulus* 1,6 cm memiliki waktu pembekuan yang hampir sama dengan *sand riser* diameter 140 mm maka nilai MEF-nya adalah 1,75, dan *sleeve* dengan *modulus* 3 cm memiliki waktu pembekuan yang hampir sama dengan *sand riser* diameter 244 mm maka nilai MEF-nya adalah 1,63.

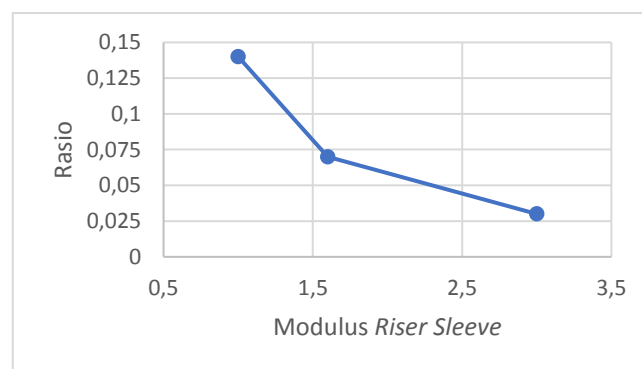
Tabel 5. Waktu Pembekuan *Riser Sleeve* Berbanding Dengan *Sand Riser*

No	<i>Sleeve</i>	Waktu Pembekuan	<i>Sand Riser</i>	Waktu Pembekuan
1	<i>Sleeve modulus</i> 1 cm	48 detik	<i>Sand riser</i> diameter 95 mm	50 detik
2	<i>Sleeve modulus</i> 1,6 cm	190 detik	<i>Sand riser</i> diameter 140 mm	196 detik
3	<i>Sleeve modulus</i> 3 cm	434 detik	<i>Sand riser</i> diameter 244 mm	431 detik

Nilai MEF dari *sleeve* sekam padi mengalami penurunan seperti pada gambar 5. Penurunan nilai MEF ini dikarenakan dengan meningkatnya *modulus* dari *riser sleeve* maka akan menurunkan nilai rasio antara massa sekam padi dengan massa baja seperti diperlihatkan gambar 6. Nilai rasio massa sekam padi dan massa baja menunjukkan jumlah *fuel* yang mampu mensuplai cairan baja per kilogram, maka apabila nilainya menurun, suplai energi yang dihasilkan pun akan menurun sehingga nilai MEF dari *sleeve* sekam padi juga ikut menurun.



Gambar 5. Nilai MEF *sleeve* sekam padi pada variasi *modulus*



Gambar 6. Grafik rasio massa sekam terhadap massa baja berdasarkan nilai *modulus riser sleeve*

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian pengaruh ketebalan dan *modulus* terhadap sifat termofisika *exothermic sleeve* sekam padi dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Semakin tebal *sleeve* maka kalor yang dihasilkan dari pembakaran *sleeve* menjadi lebih besar sehingga pembekuan semakin lebih lama. *Sleeve* dengan tebal 25 memiliki waktu pembekuan paling lambat yaitu 285 detik.

2. Peningkatan modulus geometri sleeve sekam padi pada ketebalan yang sama akan menurunkan nilai MEF dari sleeve.
3. Pada variasi ketebalan, sleeve sekam padi menghasilkan nilai MEF yang paling tinggi pada ketebalan 25 mm dengan nilai MEF 1,90.
4. Pada variasi modulus, sleeve sekam padi yang menghasilkan nilai MEF paling tinggi adalah sleeve dengan modulus 1 cm dengan nilai MEF sebesar 1,90.

#### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis mengucapkan terimakasih kepada pemerintah atas bantuan dana pendidikan melalui program bidikmisi. Yang ke tiga penulis mengapresiasi Jurusan Teknik Pengecoran Logam di Politeknik Manufaktur Bandung atas fasilitas yang dipergunakan dalam penelitian ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anon. 2009. *Indian Standard, Exothermic and Insulating Sleeves for Use in Foundries*. India.
- Beeley, Peter. 2001. "Foundry Technology."
- Burns, T. A. 1986. "The Foseco Foundryman ' s Handbook."
- Hardin, Richard A., Thomas J. Williams, and Christoph Beckermann. 2013. "Riser Sleeve Properties for Steel Castings and the Effect of Sleeve Type on Casting Yield." (5):1–18.
- Triaji, Rafidan. 2018. "Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Sebagai Bahan Baku Exothermic Sleeve Berbahan Lokal." POLMAN Bandung.
- Williams, Thomas John. 2016. "Determination of Effective Riser Sleeve Thermophysical Properties for Simulation and Analysis of Riser Sleeve Performance." University of Iowa.
- Wlodawer, R. 1966. *Directional Solidification of Steel Castings*. New York: Pergamon Press.