

ANALISIS PELEPASAN POROS BAJA DARI SILINDER KERAMIK YANG TERSAMBUNG DENGAN MENGGUNAKAN METODE SUAIAN

Dedi Suryadi¹

¹Program Studi Teknik Mesin Universitas Bengkulu

Jl. WR. Supratman Kampus Kandang Limun Bengkulu

dedi_suryadi@unib.ac.id

ABSTRACT

Ceramic roller has been frequently used in furnace as a conveyor due to heat resistance and wear resistance. Roller consists of ceramic sleeve and steel shaft connected by shrink fitting. Shrink fitting ratio between sleeve and shaft is defined as δ/d , where δ is diameter difference and d is inner diameter of sleeve. Since thermal coefficient of steel is about four times larger than one of ceramic, stress and contact separation between ceramic sleeve and steel shaft should be considered. Because larger fitting ratio can increase stress on the contact area and small fitting ratio causes coming out of the shaft. First, shrink fitting ratio and contact length are investigated. In this paper, four proposed models are considered, namely Model A, Model B, Model C, and Model D. Models are analyzed by using finite element model. As result, coming out increases by decreases shrink fitting ratio. Moreover, Model D is the most suitable model for ceramic roller used in the furnace.

Keywords : ceramic roller, shrink fitting ratio, coming out of the shaft

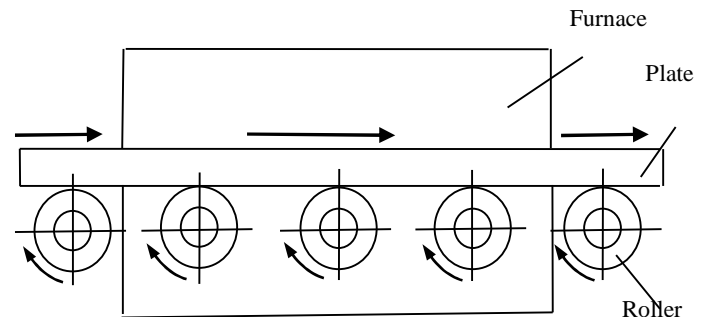
1. Pendahuluan

Material keramik banyak digunakan di industri. Salah satunya adalah roler keramik yang berfungsi sebagai penumpu plat saat memasuki furnace (Gambar 1). Keramik dipilih sebagai bahan roler karena memiliki beberapa sifat yang istimewa, diantaranya tahan panas, tahan korosi dan tahan aus [1]. Tetapi, keramik juga bersifat getas yang akan berdampak fatal apabila seluruh struktur bermaterial keramik. Sehingga harus disambungkan dengan baja sebagai porosnya [2].

Silinder keramik dan poros baja ini disambung dengan menggunakan metode suaian. Karena koefisien termal baja lebih besar empat kali dibanding keramik [3], sehingga menimbulkan tekanan yang sangat besar pada daerah kontak. Oleh karena itu, besar ratio suaian (*fitting ratio*) harus diperhatikan dalam penelitian ini.

Penelitian mengenai roler keramik telah dilakukan sebelumnya [4,5,6]. Bentuk struktur roler yang aman untuk digunakan di furnace adalah *short tapered model* dengan *fitting rasio* sebesar $\delta/d=0.3 \times 10^{-3}$ seperti

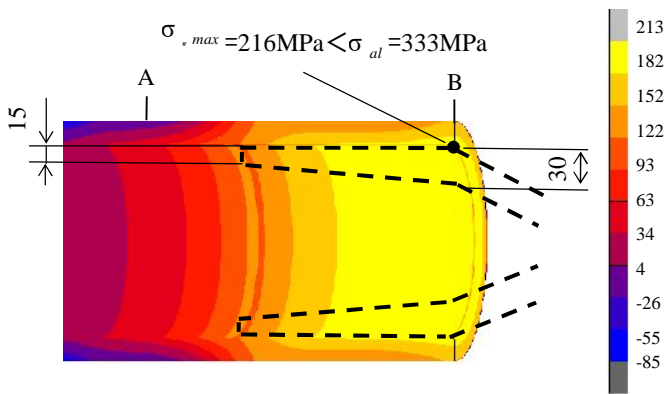
pada Gambar 2 [6]. Tetapi, dalam penelitian



Gambar 1 Posisi Roler dalam Furnace

tersebut hanya membahas tegangan termal dan fatig pada sambungan roler tanpa memperhitungkan fenomena pelepasan sambungan antara silinder keramik dengan poros baja. Oleh karena itu, penelitian ini akan menentukan dan menganalisa sambungan pada roler yang dapat menahan tegangan termal dan pelepasan poros.

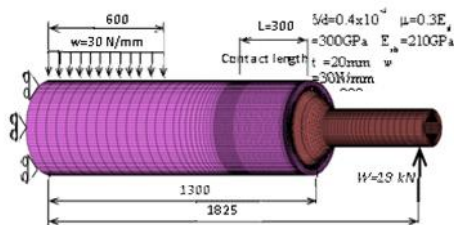
2. Pemodelan dan Kondisi Batas Roler



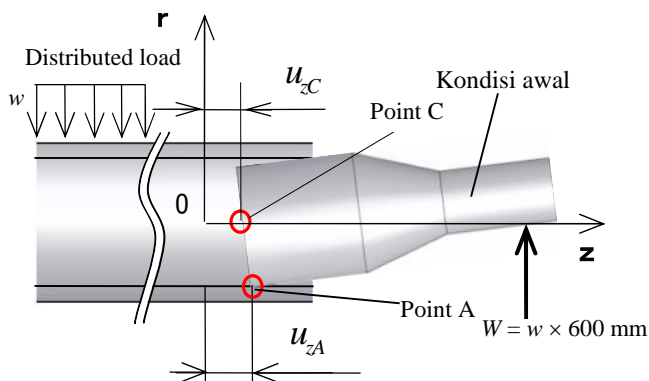
Gambar 2 Tegangan Termal pada model *short tapered thickness shaft* [2]

Gambar 3 menunjukkan roler yang akan diteliti. Roler terdiri atas silinder dan poros yang tersambung dengan menggunakan fitting. Material silinder adalah keramik, sedangkan material poros adalah baja. Roler dimodelkan setengah dari dimensi asli dikarenakan bentuknya simetri.

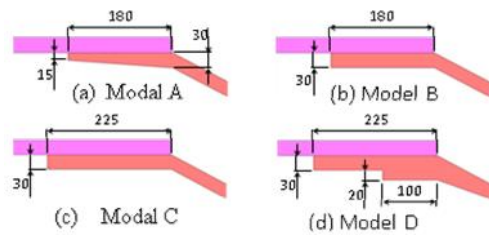
Fitting ratio antara silinder dan poros didefinisikan dengan δ/d , dimana merupakan perbedaan diameter luar poros dengan diameter dalam silinder, dan d adalah diameter luar poros. Dalam penelitian ini, fitting rasio yang digunakan adalah $\delta/d = 0.3 \times 10^{-3}$ dengan koefisien gesekan pada daerah sambungan sebesar $\mu=0.3$. Roler mengalami pembebanan yang terdistribusi secara merata di tengah roler sebesar 30N/mm akibat berat dari plat (Gambar 3).



Gambar 3 Model roler dengan dimensi



Gambar 5 Perpindahan posisi ujung poros ketika mengalami pelepasan akibat pembebanan



Gambar 4 Model Sambungan poros dan

Dalam penelitian ini, empat jenis bentuk sambungan antara poros baja dan silinder keramik akan dianalisis, yaitu Model A, B, C, dan D. Keempat model sambungan ini diperlihatkan pada Gambar 4. Model akan dianalisa dengan menggunakan perangkat lunak untuk melihat kemungkinan pelepasan poros dari silinder.

Gambar 5 menunjukkan kondisi fenomena terlepasnya poros dari silinder. Pelepasan poros didefinisikan sebagai perpindahan u_{zA} pada titik A dan u_{zC} pada titik C dalam koordinat (r,z) .

3. Analisis Pelepasan Poros Baja dari Silinder Keramik

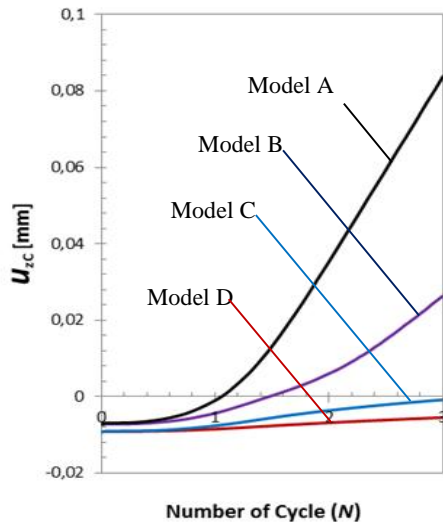
Tegangan termal maksimum pada permukaan kontak akan disajikan pada bab ini.

Pengaruh Fitting Rasio. Pada penelitian ini, besar fitting ratio yang digunakan adalah antara $\delta/d = 0.01 \times 10^{-3}$ - 1.0×10^{-3} . Gambar 6 menunjukkan hasil pelepasan poros dari silinder yang dinyatakan dengan u_{zC} . Untuk fitting ratio kecil dari 0.01×10^{-3} , u_{zC} meningkat secara signifikan seiring meningkatnya putaran. Hal ini menunjukkan bahwa poros mengalami pelepasan dari silinder. Dengan kata lain, semakin kecil fitting ratio, maka semakin cepat poros mengalami pelepasan dari silinder. Untuk fitting ratio besar dari 0.01×10^{-3} , u_{zC} tidak mengalami peningkatan dengan meningkatnya jumlah putaran. Ini menunjukkan bahwa fenomena pelepasan poros tidak terjadi.

Pengaruh Bentuk Sambungan.

Selanjutnya, fenomena pelepasan poros baja dari keramik silinder akan diinvestigasi untuk Model A, B, C, dan D. Gambar 7 menunjukkan perpindahan posisi titik C pada arah z dalam koordinat kartesian u_{zC} terhadap jumlah putaran roler N . Berdasarkan gambar, dapat terlihat bahwa Model A, B, dan C mengalami pelepasan poros.

Hal ini ditandai dengan berpindahnya posisi titik C u_{zC} dengan meningkatnya putaran roler. Kecepatan pelepasan poros untuk ketiga model ini tidak sama. Model D tidak mengalami pelepasan poros karena posisi poros cenderung tetap terhadap peningkatan putaran roler.



Gambar 7 Perpindahan posisi poros terhadap putaran rotor untuk Model A, B, C, dan D

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Semakin kecil fitting rasio antara silinder keramik dan poros baja, maka semakin mudah poros mengalami perlepasan. Poros tidak mengalami perlepasan dari silinder apabila fitting rasio lebih besar dari 0.3×10^{-3} .
2. Bentuk dan dimensi poros yang berkontak dengan silinder sangat mempengaruhi mudah atau susah nya poros terlepas dari silinder. Model D merupakan model poros yang tidak mengalami perlepasan.

Referensi

- [1] T. Ono, Current status and future prospect of the development of high performance ceramics, JSME. 774 (1983) 470-475.
- [2] D. Suryadi, N.A. Noda, Y. Sano, Y. Takase, Ceramics/steel joint selection for ceramics roller used at high temperature, Proceeding of the 4th ACEE. (2014) 221-222.
- [3] N.A. Noda, Hendra, Y. Takase, M. Tsuyunaru, Maximum stress for shrink fitting system used for ceramics conveying roller, JSMME. 8 (2008) 1410-1419.

[4] W. Li, N.A. Noda, H. Sakai, Y. Takase, Analysis of separation conditions for shrink fitting system used for ceramics conveying roller, JSME. 5 (2011) 14-24.

[5] N.A. Noda, M. Yamada, Y. Sano, S. Sugiyama, S. Kobayashi, Thermal stress for all ceramics rolls used in molten to produce stable high quality galvanized steel sheet, Engineering Failure Analysis. 15 (2008) 260-274.

[6] N.A. Noda, D. Suryadi, S. Matsuda, Y. Sano, Y. Takase, Proposal for new hearth roller consisting of ceramics sleeve and steel shafts used in the heat treat furnace, ISIJ International. 55 (2015) 2416-2425.