

# Influence of Forming Parameter in Metal Gasket Manufacture by using Finite Element Method

I Made Gatot Karohika<sup>1,\*</sup>, I Nyoman Gde Antara<sup>1</sup>, I Nyoman Budiarsa<sup>1</sup> dan I Made Dwi Budiana Penindra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana – Bali

\*Corresponding author: gatot.karohika@unud.ac.id

**Abstract.** A manufacturing process of a product that made by forming process influence by some parameter. In this study will investigate the influence of dies type and friction coefficient in forming process of corrugated metal gasket. Type of die was open die and close die. Friction coefficient variation were 0; 0.15 and 0.3. Finite element method software employed to analysis forming parameter. Based on the simulation result that forming parameter: closed-die with the friction coefficient 0.1 and 0.3 has better gasket quality than the other.

**Abstrak.** Proses manufaktur suatu produk yang dibuat dengan proses forming dipengaruhi oleh beberapa parameter. Pada penelitian ini akan dianalisa pengaruh jenis die dan koefisien gesek pada proses forming corrugated metal gasket. Jenis die yang digunakan adalah open die dan closed die. Koefisien gesekan bervariasi yaitu 0; 0.15 dan 0.3. Metode elemen hingga software digunakan untuk menganalisa parameter forming tersebut. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan bahwa parameter forming closed die dengan koefisien gesek 0.15 dan 0.3 memberikan kualitas produk corrugated metal gasket yang terbaik.

**Keywords:** die, forming, gasket, koefisien gesek, metode element hingga.

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

## Pendahuluan

Penelitian tentang gasket berkembang dari waktu ke waktu. Perkembangan tersebut dalam hal material maupun sistem kinerja dari gasket tersebut. Dalam hal material dikenal material logam, bukan logam dan semi logam. Salah satu gasket berbahan logam adalah corrugated metal gasket [1-3]. Gasket ini memiliki permukaan bergelombang yang menghasilkan tegangan kontak tinggi yang mampu mencegah kebocoran. Sedangkan bagian datar berfungsi sebagai pegas sehingga dapat mempertahankan kontak gasket dengan flens saat terjadinya longgarnya pengetatan.

Pada penelitian sebelumnya proses pembuatan corrugated metal gasket menggunakan metode cold press forming. Dies yang digunakan adalah tipe terbuka. Ditemukan masih terdapat beberapa cacat pada benda hasil press, terutama pada bagian puncak gelombang yang masih belum memenuhi seluruh permukaan dies [4]. Hal ini dapat mempengaruhi kinerja dari gasket saat kontak dengan permukaan flens, dimana gasket tidak bekerja secara maksimal untuk mencegah kebocoran.

Kualitas produk pada proses manufaktur dipengaruhi oleh koefisien gesek antara permukaan benda kerja dengan die [5]. Pada proses metal forming jenis die juga mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan [6]

Saat ini perkembangan teknologi software semakin maju sehingga memungkinkan untuk memprediksi hasil proses forming dengan

menggunakan metode simulasi. Dengan pemodelan yang tepat maka jumlah dan waktu eksperimen bisa dibatasi sehingga biaya yang ditimbulkan karena proses eksperimen tersebut bisa dikurangi.

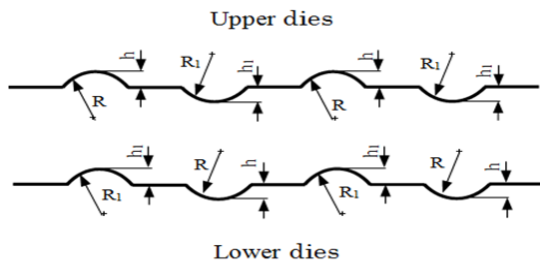
## Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini memanfaatkan simulasi komputer dengan *software* berbasis metode elemen hingga. Variasi parameter proses forming pada penelitian ini adalah jenis die dan koefisien gesek antara permukaan die dengan benda kerja. Jenis die yaitu open-die dan closed-die. Variasi koefisien gesek yaitu 0, 0.15 dan 0.3. Kualitas produk gasket dilihat dari kemampuan benda kerja untuk memenuhi bentuk cetakan die secara penuh pada saat proses forming. Disamping itu juga dianalisa besarnya gaya penekanan die yang ditimbulkan pada proses forming tersebut.

Material yang digunakan sebagai bahan gasket adalah SUS304 dengan sifat mekanik ditunjukkan pada tabel 1. Ukuran dies seperti ditunjukkan tabel 2. Geometri dari dies ditunjukkan gambar 1.

Tabel 1. Sifat mekanik SUS304

Properties	Value
Yield stress (Mpa)	398,83
Modulus tangen (Mpa)	1900,53
Modulus elastisitas (E) GPa	210
Poisson ratio ( $\nu$ )	0.3

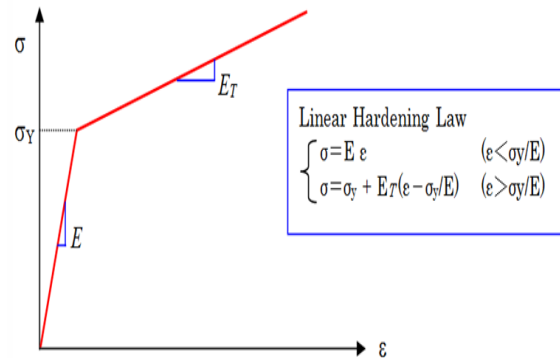


Gambar 1. Geometri die

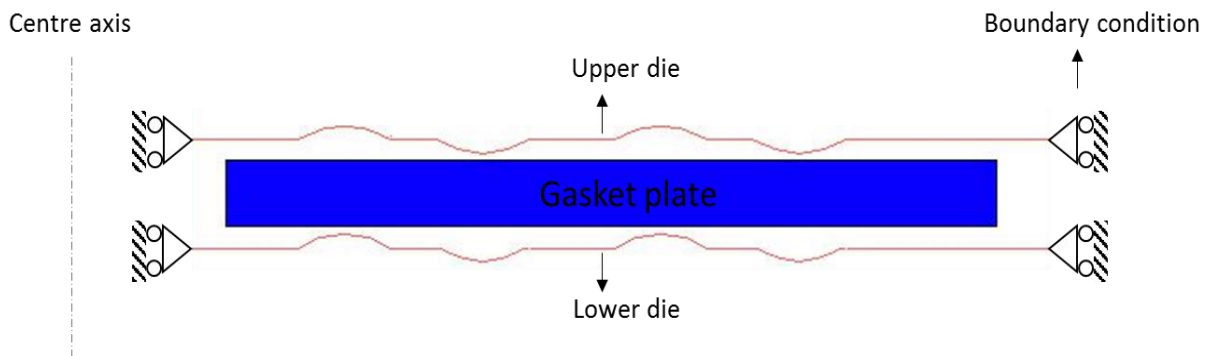
Tabel 2. Desain die

Faktor	ukuran (mm)
Overhang (OH)	3
Pitch 1 (p <sub>1</sub> )	3.5
Pitch 2 (p <sub>2</sub> )	4.5
Pitch 3 (p <sub>3</sub> )	3.5
Thickness (Tg)	1.5
Radius (R)	2.5
Radius (R1)	2.3
Height (h)	0.3
Height (h1)	0.33

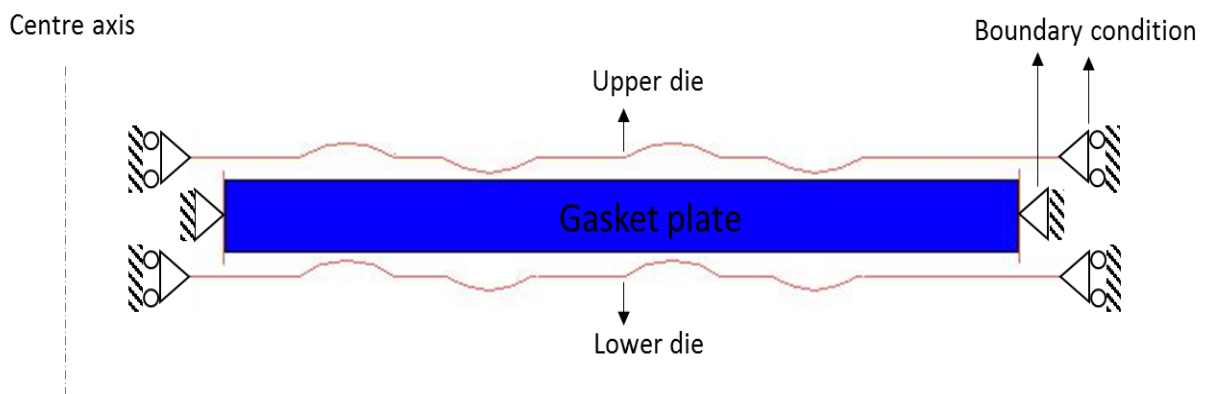
Dalam simulasi proses forming menggunakan model analisa axysymmetric. Pelat gasket dimodelkan deformable dengan tipe elemen quadrilateral dan elemen size 0.03 mm. Material gasket memenuhi model material isotropic linear hardening law (Gambar 2). Upper die dan lower die diasumsikan rigid. Proses simulasi forming menggunakan open die dan closed die seperti yang ditunjukkan gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 2. Model material SUS304



Gambar 3. Simulasi proses forming untuk open die

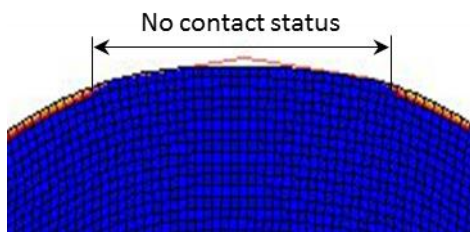


Gambar 4. Simulasi proses forming untuk closed die

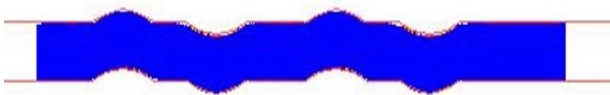
### Hasil dan Pembahasan

Untuk menganalisa hasil pembentukan produk *corrugated metal* gasket baik atau tidak, perhatian utama diarahkan pada keempat bagian puncak gelombang dari metal gasket. Hal ini karena kinerja *corrugated metal* gasket dipengaruhi oleh bagian puncak gasket tersebut. Hasil pembentukan dikatakan baik jika gasket yang terbentuk memenuhi secara penuh cetakan die. Indikator terpenuhinya cetakan die dalam simulasi ini ditunjukkan dengan banyaknya elemen kontak antara pelat gasket dengan cetakan die (gambar 5). Semakin banyak elemen yang kontak semakin baik bentuk hasil *forming*. Elemen yang tidak kontak dikatakan produk hasil *forming* adalah cacat.

Produk cacat = ukuran elemen x jumlah elemen  
 = 0.03 mm x jumlah elemen



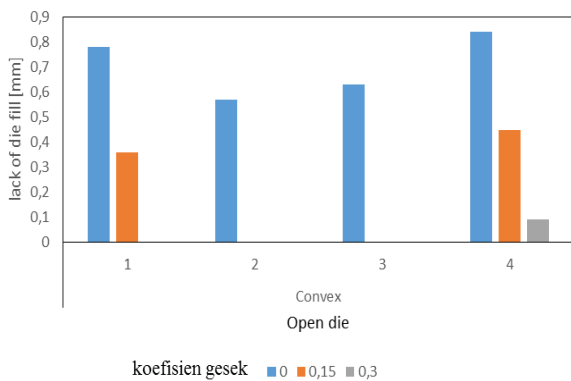
Gambar 5. Status kontak antara gasket dengan die



Gambar 6. Hasil forming dengan open die

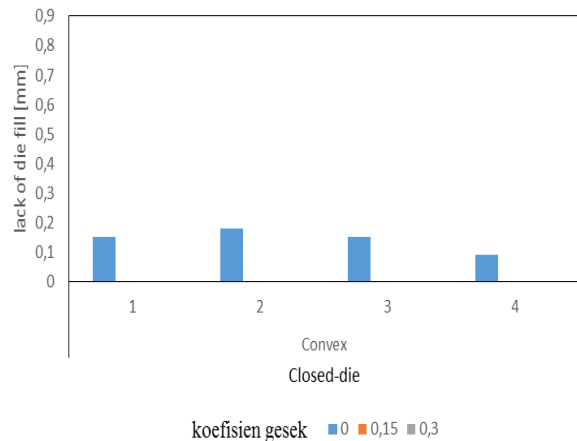


Gambar 7. Hasil forming dengan close die



Gambar 8. Grafik jumlah cacat kontak untuk open die

Berdasarkan gambar 8, ditunjukkan untuk die tipe terbuka (open die), secara umum dengan naiknya koefisien gesek, kemampuan benda kerja untuk memenuhi bentuk cetakan semakin baik. Hal ini ditunjukkan dengan semakin rendahnya jumlah cacat kontak terutama pada bagian convex 2 dan 3. Untuk open die dengan koefisien gesek nol masih terdapat cacat kontak karena saat proses *forming*, benda kerja selain terdeformasi arah vertical namun juga mengalami pertambahan panjang ke arah horizontal. Dalam hal ini benda kerja cenderung bertambah panjang ke arah horizontal daripada terdeformasi arah vertical. Pada koefisien gesek 0.15 dan 0.3 pada konvek 2 dan 3 terlihat tidak terdapat cacat kontak, artinya pada bagian tersebut benda kerja telah memenuhi bentuk cetakan secara sempurna.

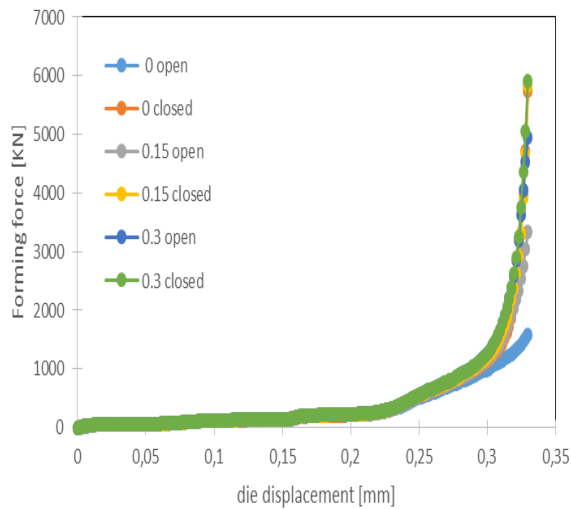


Gambar 9. Grafik jumlah cacat kontak untuk closed-die

Untuk die tipe tertutup (closed-die) juga menunjukkan tren yang sama, yang mana dengan semakin naiknya koefisien gesek kemampuan benda kerja untuk memenuhi bentuk cetak die semakin baik. Pada koefisien gesek 0.15 dan 0.3 pada semua bagian konvek terlihat tidak terdapat cacat kontak, artinya pada bagian tersebut benda kerja telah memenuhi bentuk cetakan secara sempurna seperti yang ditunjukkan oleh gambar 9.

Gambar 10 menunjukkan grafik hubungan koefisien gesek pada permukaan gasket dengan permukaan die terhadap gaya penekanan yang dibutuhkan. Terlihat dengan naiknya koefisien gesek mengakibatkan semakin besarnya gaya penekanan yang dibutuhkan dalam proses *forming*. Bila dibandingkan antara jenis die

diperoleh proses forming dengan closed-die membutuhkan gaya penekanan yang lebih besar



## Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi diperoleh:

1. Naiknya koefisien gesek antara permukaan gasket dengan die meningkatkan kemampuan benda kerja untuk memenuhi isi cetakan, tetapi gaya penekanan die juga meningkat.
2. Cetakan closed-die menghasilkan produk lebih baik dari open die, tetapi gaya penekanan die yang dibutuhkan juga meningkat.

## Penghargaan

Terima kasih kami sampaikan kepada LPPM Universitas Udayana yang mendanai penelitian ini melalui hibah Penelitian Invensi Udayana tahun 2018.

## Referensi

- [1] Saeed, H.A., Izumi, S., Sakai, S., Haruyama, S., Nagawa, M., Noda, H., 2008, Development of New Metallic Gasket and its Optimum Design for Leakage Performance, *Journal of Solid Mechanics and Material Engineering*, Vol. 2, No. 1, , pp. 105-114.
- [2] Haruyama, S., Choiron, M.A., Kaminishi K., 2009, A Study of Design Standard and Performance Evaluation on New Metallic Gasket, *Proceeding of the 2nd International Symposium on Digital Manufacturing*, Wuhan China, , pp. 107-113.
- [3] Choiron, M.A., Haruyama, S., Kaminishi, K., 2011, Simulation and Experimentation on the Contact Width of New Metal Gasket for Asbestos Substitution, *International Journal of*

*Aerospace and Mechanical Engineering*, Vol. 5, No. 4, , pp. 283-287.

- [4] Nurhadiyanto, D., Choiron, M.A., Haruyama, S., Kaminishi, K., 2012, Optimization of New 25A-size Metal Gasket Design Based on Contact Width Considering Forming and Contact Stress Effect, *International Journal of Mechanical and Aerospace Engineering*, Vol. 6, , pp. 343-347.
- [5] Riyadi, T.W.B., 2005, Pengaruh koefisien gesek pada proses manufaktur, *media Mesin Vol 6*.
- [6] Kobayashi, S., Oh, S.I., and Altan, T., 1989. *Metal forming and finite element method*, Oxford University Press, Inc.