

# MENGAMATI HYDRAULIC PACKING YANG TERPASANG DIDALAM KOMPONEN

*Ir. Abdul Madjid, M.Sc*  
*Dosen Universitas Nurtanio Bandung*  
*Jl. Pajajaran No 219 Bandung*

## Pendahuluan

Faktor keselamatan manusia merupakan hal yang utama dalam perancangan komponen pesawat terbang, selain dari kebutuhan agar komponen tersebut bekerja sesuai desain yang telah dibuat, meskipun untuk mencapai kesempurnaan perlu dilakukan perbaikan secara bertahap

Pemasangan *seal*, *packing* maupun *gasket* didalam sistem hidraulik harus tepat ukurannya, baik diameter, ketebalan maupun bahannya agar setelah semua terpasang tidak terjadi kebocoran karena tidak sesuai dengan lingkungan bekerjanya, seperti tekanan fluida dan besaran suhu disekitarnya. Bila sampai harus membongkar lagi, akan banyak waktu, tenaga dan dana yang terbuang percuma.

## Gaya2 yang bekerja pada seal

Seal yang terpasang pada komponen yang beroperasi setelah diisi fluida hidraulik sebagai media, akan menerima gaya2 normal tiga dimensi ( $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  dan  $\sigma_z$ ) semuanya positif serta enam gaya geser ( $T_{xy}$ ,  $T_{yx}$ ,  $T_{yz}$ ,  $T_{zy}$ ,  $T_{zx}$  dan  $T_{xz}$ ) yang positif semua. Bila elemen dalam kondisi keseimbangan statik, maka:

$$T_{xy} = T_{yx} \quad T_{yz} = T_{zy} \quad T_{zx} = T_{xz}$$

Gaya2 normal yang bekerja tersebut, dikenal sebagai gaya tarik dan gaya tekan yang positif. Gaya geser pada arah positif dari elemen disebut positif bila bekerja pada arah positif dari sumbu referensi. Arah negatif dari gaya geser yang bekerja, adalah arah yang berlawanan dengan arah positif

## Tegangan Tarik Elastis

Sifat elastisitas *seal* dari bentuk dan dimensinya yang orisinil terjadi karena mendapat beban yang bergerak, menurut hukum Hooke gaya tekan yang bekerja pada suatu material sebanding dengan gaya tarik secara proporsional. Namun pada material yang elastis seperti *seal* tidak sepenuhnya sesuai hukum Hooke, karena ada kemungkinan beberapa material tetap pada bentuk semula tanpa batasan kondisi bahwa besar gayatekannya selalu sebanding dengan besar gaya tarik. Kondisi tersebut dapat ditulis dalam persamaan:

$$\sigma = E\epsilon \quad T = G\gamma \quad \text{dimana} \quad \epsilon = \frac{\delta}{l} \quad \text{dan} \quad E$$

serta G konstanta secara proporsional.

Karena tegangan tarik merupakan besaran yang tanpa dimensi, maka unit E dan G adalah sama dengan unit gaya tarik.

Konstanta E disebut juga modulus elastisitas, biasa disebut juga E dan G adalah angka kekakuan dari material (*stiffness of the materials*).

### Gaya geser dan Momen

Didalam media fluida hidraulik yang bertekanan, akan menyebabkan terjadinya gaya-gaya yang bekerja serta reaksinya baik pada arah positif maupun negatif. Pada potongan penampang seal sebagai *free body diagram*, maka untuk mendapatkan keseimbangan pada permukaan dapat dihitung gaya geser internal V serta momen tekuk M dari persamaan:

$$V = \frac{dM}{dx}$$

### Gaya Puntir(Torsi)

Setiap vektor momen yang segaris dengan sumbu disebut vektor torsi, karena menyebabkan elemen tersebut berputar mengelilingi sumbu. Dengan menggunakan hukum tangan kanan untuk menentukan arah vektor, besar sudut putar adalah:

$$\theta = \frac{TI}{GJ}$$

Dimana T = torsi, l = panjang seal, G= modulus kekakuan, J = besar momen polar kedua

### Tekanan dan *Shrink fits*

Pada waktu seal dipasang pada dudukannya, akan terjadi kontak pada kedua permukaan, tekanan pada kontak yang terjadi sebesar  $p$  pada permukaan silinder dengan jari2  $R$  akan menghasilkan tekanan radial sebesar  $\sigma_{r=-p}$  pada daerah yang bersinggungan, sehingga

dengan jari2  $R$  maka tekanan tangensialnya pada jari2 transisi bagian dalam adalah

$$\sigma_{it}(\text{pada } R) = -p \frac{R^2 + r_i^2}{R^2 - r_i^2}$$

### Pengaruh suhu sekitarnya

Dengan adanya kenaikan suhu fluida, maka akan ada pemuaian hingga tegangan tarik normal yang dapat ditulis:

$$\epsilon_x = \epsilon_y = \epsilon_z = \alpha(\Delta T)$$

Dimana  $\alpha$  adalah koefisien ekspansi panas dan  $\Delta T$  adalah besar kenaikan suhu .

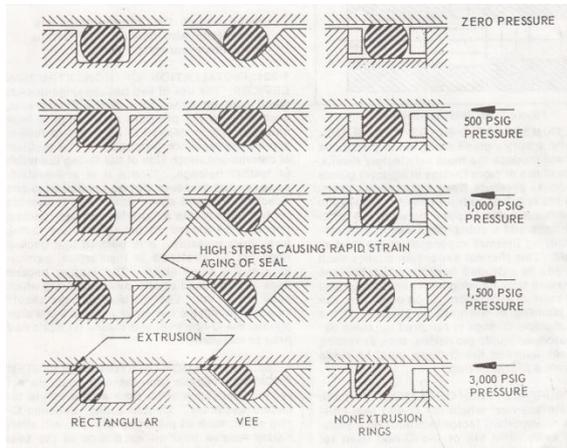
### Wilayah tekanan pengoperasian

Tekanan yang bekerja pada sistem hidraulik berkisar dari 0 PSI hingga 15 000 PSI, dimana pada setiap tingkat tekanan harus diwaspadai faktor keamanannya. Besar potensi bahaya bagi personil disekitar komponen berasal dari besar energi yang tersimpan didalam komponen bukan berasal dari besar tekanan. Sistem hidraulik bekerja pada tekanan2:

- <i>Low pressure</i>	0 – 500 PSI
- <i>Medium pressure</i>	501 – 3000 PSI
- <i>High pressure</i>	3001 – 10 000 PSI
- <i>Ultra high pressure</i>	diatas 10 000 PSI

Dengan memperhatikan gaya2 yang bekerja serta besar tekanan fluida di dalam sistem, tidak semua jenis material walaupun mempunyai diameter yang sama kompatibel untuk semua jenis pressure dan suhu fluida. Proses pemasangan seal juga harus memperhatikan faktor kehati-hatian agar tepat sesuai dalam ukuran dimensinya (*fitting*), kelurusan (*alignment*), *bending* (tekukan), pengganjal (*supporting*) serta pilihan bahan (*identification*) yang tepat. Adanya kebocoran setelah pemasangan tidak dapat ditolerir pada pemasangan *seal* yang

baru, bekas, perbaikan maupun modifikasi. Sehingga prosedur pengetesan dan pemeriksaan bebas dari kebocoran harus sesuai dengan prosedur yang tercantum pada *Maintenance Manual*. Guna menjamin keakuratan hasil pengerjaan diperlukan pengecekan ulang oleh Inspector.



Gambar 1: Posisi seal didalam komponen, sebelum mendapat tekanan dan setelah mendapat tekanan

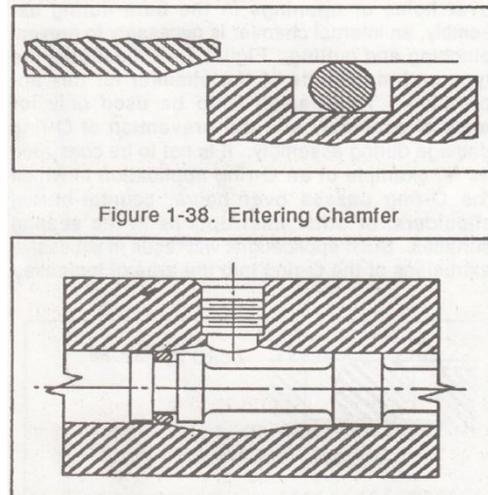
**Pemilihan material sebagai bahan baku pipa**

Tidak semua material pipa sesuai dengan fluida yang dipakai, sebagai contoh fluida hidraulik dapat digunakan pada pipa dengan bahan dasar nikel, aluminum dan tembaga tetapi akan berreaksi bila menggunakan pipa dengan bahan dasar besi karbon. Untuk *dynamic seal* dengan bahan dasar Buna-N baik digunakan juga pada hidraulik fluida, sedang untuk *static seal* yang sesuai dari bahan Teflon dan Kel-F.

**Gasket dan Seal**

- a. O-ring. Seal ini digunakan pada bagian yang bergerak seperti pada piston maupun bagian yang diam di silinder, sebagai seal maupun gasket. Didisain untuk mampu menahan berbagai tekanan, suhu dan tipe

fluida. Terbuat dari natural rubber atau sintetik seperti butyl, GRS(*Government Rubber Synthetics*), neoprene, nitril atau buna-N, silikon, polysulfide. Seperti halnya teflon, Kel-f, dan berbagai macam plastik.

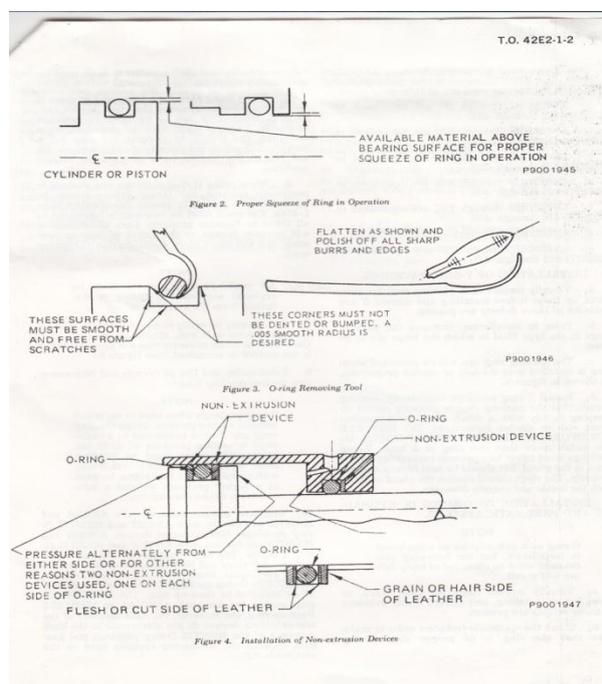


Gambar 2. Pemasangan seal pada bagian2 yang sulit perlu dibantu dengan Chamfer

- b. *Fluorocarbon Plastics* (Teflon dan KEL-F). Teflon TFE terdiri dari komposisi karbon dan atom fluorine dan sangat ekstrim tidak tahan terhadap serangan kimia, mudah terpengaruh oleh chlorine trifluoride dan fluorine pada suhu yang tinggi dan logam alkali. Sifatnya yg mempunyai koefisien rendah untuk terurai sangat dibutuhkan sebagai permukaan bearing tanpa pelumasan. Dengan angka compressive strength yang rendah(600 Psi @ 1 % offset) memberikan tendensi mengalirkan aliran dingin bila ada tekanan. TFE ini dapat digunakan sebagai *compression gasket* hanya pada lingkungan yang konduktif.
- c. Teflon FEP mempunyai properti yang mirip TFE, hanya mempunyai kelebihan sedikit *compressive*

*strength* hingga suhu operasi maksimum lebih rendah, tetapi jenis FEP ini tidak boleh dioperasikan bila suhu lebih dari 300<sup>0</sup> F.

- d. Kel-F PCTFE merupakan gabungan dari fluorine, karbon dan atom chlorine. Sifat mekanis dan kimiawi Kel-F lebih baik daripada Teflon, tidak mudah terpengaruh didalam lingkungan kimia dan konsentrasi asam. PCTFE ini mempunyai *compressive strength* yang tinggi( 7.850 Psi @ 1% offset) juga tahan terhadap aliran fluida dingin. Tetapi tidak dapat digunakan sebagai *bearing* dengan tanpa lubrikasi.



Gambar 3. Cara pemasangan *seal* yang benar, agar duduk pada posisi tepat

## Kesimpulan

- Sebelum melakukan pembongkaran dan pemasangan *seal*, perlu disiapkan *maintenance manual*. Bacalah dengan saksama tiap langkah pemeliharaan, alat2 apa yang diperlukan.
- Setelah dibongkar, komponen perlu dibersihkan dengan larutan pembersih yang benar
- Diperlukan tahap pengukuran dan pemeriksaan apakah diameter masih dalam toleransi, diperiksa dari kemungkinan retak, korosi dan semua alur(*thread*) masih baik.
- Semua *seal* bekas dikumpulkan, dicatat jumlahnya serta diperiksa *Part Number* sesuai dengan *Parts Catalog*. Pastikan *parts* pengganti masih dalam kemasan yang utuh dan *P/N* yang benar.
- Setelah dibersihkan dan kering, komponen yang masih dalam batas toleransi mulai dipasang dengan benar dibantu oleh alat2 bantu, agar *seal* dan dudukannya tidak tergores.
- Setelah terpasang semua, diperlukan pengetesan. Perlu dibaca prosedur pengetesan sesuai petunjuk dari *Maintenance Manual*.
- Semua yang telah dikerjakan dicatat didalam *Log Book*, kemudian Teknisi menanda tangani dan memberikan Nomor *License* yang relevan. Inspektur juga wajib memeriksa hasil perbaikan, hasil pengetesan apakah sudah sesuai prosedur, bila hasilnya baik ia juga harus menanda tangani dikolom Inspektur pada *Log Book*.