

## PERANCANGAN TORQUE LIMITER CLUTCH PADA MESIN BODYMAKER AUTOMATIC WELDING

Daniel Dwiyanto

Jurusan Tehnik Mesin, Fakultas Tehnik, Universitas Mercu Buana

**ABSTRAK**--Mesin *bodymaker Automatic welding* adalah mesin welding otomatis untuk pembuatan kaleng kemasan. Pada mesin mesin tertentu masih menggunakan system arus dalam memproteksi mesin terhadap overload yang terjadi. Namun pada praktek dilapangan system ini kurang maksimal dalam kinerjanya, jika mesin terjadi overload mesin tidak berhenti. Oleh karenanya perlu ditambahkan elemen mesin yang lain yang bisa secara otomatis menghentikan mesin saat overload terjadi. Berdasarkan hal tersebut diatas pada kesempatan ini saya ingin merancang *torque limiter clutch*. Dengan mengumpulkan data tentang spesifikasi motor penggerak utama maka akan dapat dirancang dan dihitung berapa dimensional komponen komponen, gaya maupun torsi yang bekerja, serta desain poros pada *torque limiter clutch*. Dengan perhitungan teoritis yang benar akan mendapatkan desain *torque limiter clutch* yang optimal, efisien sesuai dengan kapasitas mesin dikerjakan, kemudian proses perancangan dilanjutkan dalam bentuk gambar tehnik secara detail dan terperinci menggunakan software autocad 2007. Dari seluruh perhitungan perancangan diperoleh hasil bahwa mesin akan berhenti setelah overload terjadi pada  $0,626 \times 10^3$  N.mm. Dalam proses kerjanya spring memegang peranan paling penting karena harus dapat menahan ball agar tidak keluar dari lubang flange pada putaran normal dan membiarkan ball keluar dari lubang flange saat overload terjadi.

Kata kunci: *clutch, overload, torque limiter clutch, bodymaker automatic welding*

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi permesinan sangat cepat dan *improvement* terus menerus dilakukan untuk memperoleh kehandalan mesin yang tinggi yang tentunya ditunjang safety yang ketat juga. Terlebih setiap elemen mesin dirancang dengan perhitungan yang teliti untuk mendapatkan performa mesin yang optimal sehingga menghasilkan produk berkualitas tinggi di dunia industry manufaktur.

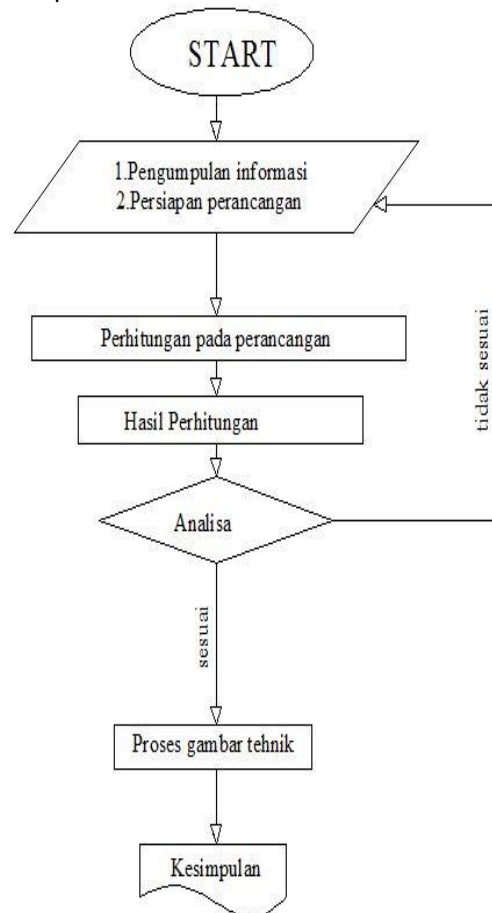
Pada mesin – mesin konvensional di industry pembuatan kaleng kemasan khususnya pada mesin *bodymaker automatic welding*, proteksi terhadap overload mesin masih menggunakan system arus pada motor penggerak. Namun pada praktek dilapangan sistem ini kurang maksimal dalam kinerjanya, jika terjadi overload mesin tidak berhenti. Hal ini bisa berakibat fatal karena bisa mengakibatkan kerusakan pada elemen – elemen mesin yang lain. Oleh karenanya perlu ditambahkan elemen mesin yang bisa secara otomatis menghentikan mesin saat overload terjadi. Berdasarkan hal tersebut diatas pada kesempatan ini saya ingin merancang *Torque Limiter Clutch*.

### 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dilakukan perhitungan berapa dimensional komponen - komponen, gaya - gaya maupun torsi yang bekerja, serta diameter poros pada *torque limiter clutch*.

Adapun langkah – langkah yang akan dilakukan guna memenuhi tujuan penelitian dan

penyelesaian rumusan masalah diatas seperti terlihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 3. PERHITUNGAN DAN ANALISIS

#### 3.1 Menghitung torsi motor

Torque limiter clutch bekerja meneruskan torsi yang diterima dari motor penggerak kemudian diteruskan ke elemen mesin yang lain yang terdapat pada mesin *automatic welding*. Untuk itu dengan diketahuinya daya dan rpm motor maka akan bisa dihitung berapa torsi yang dihasilkan oleh motor, sebagai berikut:

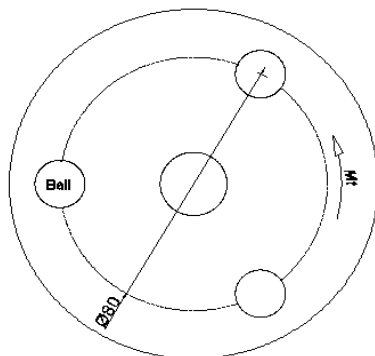
$$\begin{aligned} \text{Power} &= \frac{2\pi NT}{60} & (1) \\ T &= \frac{60P}{2N\pi} \\ &= \frac{60 \times 73,54}{2 \times 1400 \times 3,14} \\ &= \frac{4412,4}{8792} \\ &= 0,501 \text{ N.m} \\ &= 0,501 \times 10^3 \text{ N.m} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan perancangan clutch yang terdapat pada buku *machine design* (2005) karangan Khurmi Ghupta, J.K, India, menyebutkan bahwa  $T_{\text{design}} = 1,25 \times T$ . Jadi jika mesin 25% overload maka  $T_{\text{design}} = 1,25 \times T = 1,25 \times 0,501 \times 10^3 = 0,626 \times 10^3 \text{ N.m}$

#### 3.2 Menghitung gaya tangensial pada balls ( $F_t$ )

Dengan diketahuinya torsi yang dihasilkan oleh motor penggerak, maka akan dapat dihitung gaya tangensial pada *balls* (Gambar 2). Ditentukan diameter pengaturan letak *ball* (D) adalah 80 mm

$$\begin{aligned} F_t &= \frac{(2 \times Mt)}{D} & (2) \\ &= \frac{(2 \times 0,626 \times 10^3)}{80} \\ &= 15,65 \text{ N} \end{aligned}$$



Gambar 2. Gaya Tangensial pada ball

#### 3.3 Total tekanan spring pada balls ( $F_s$ )

Dengan *spring* dikompres menghasilkan tekanan, kemudian *spring* menekan *ball* agar senantiasa

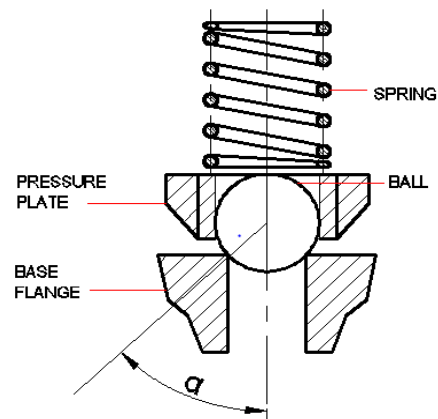
pada alurnya. Untuk menghitung total tekanan *spring* pada *ball* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_s &= F_t [( \cos\alpha - \mu \sin\alpha / \sin\alpha + \mu \cos\alpha ) - \mu] & (3) \\ \mu &= 0,08 \quad \alpha = 45 \\ &= 15,65 [( \cos 45 - 0,08 \sin 45 / \sin 45 + \\ &\quad 0,08 \cos 45 ) - 0,08] \\ &= 15,65 (0,77) \\ &= 12,05 \text{ N} \end{aligned}$$

#### 3.4 Tekanan *spring* pada tiap *ball* (F)

Tekanan *spring* pada tiap *ball* dapat dihitung dengan membagi total tekanan *spring* dengan jumlah *ball* (3 pcs) pada clutch.

$$\begin{aligned} F &= F_s / Z_b & (4) \\ &= 12,05 / 3 \\ &= 4,01 \text{ N} \end{aligned}$$



Gambar 3. Tekanan spring pada ball

#### 3.5 Kekakuan *spring* ( $K_s$ )

Material yang digunakan pada *spring* adalah *carbon steel*. Dari tabel disebutkan *carbon steel* mempunyai modulus rigidity  $80 \text{ kN/mm}^2 = 80000 \text{ N/mm}^2$

Sehingga kekakuan *spring* dapat dihitung:

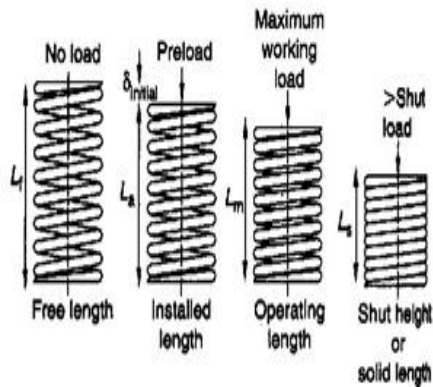
$$\begin{aligned} K_s &= \frac{G \cdot d^4}{8D^3n} & (5) \\ &= \frac{80.000 \times 6^4}{8 \cdot 8,52^3 \cdot 4} \\ &= \frac{2500 \times 6^4}{52^3} \\ &= \frac{3240000}{140608} \\ &= 23,04 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

$K_s$  per lilitan aktif adalah  $23,04 / 4 = 5,76 \text{ N/mm}$

#### 3.6 Kompresi *spring* untuk menekan *ball* ( $\delta_1$ )

Berapa panjang kompresi *spring* juga dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned} \delta_1 &= F / K_s & (6) \\ &= 12,05 / 5,76 \\ &= 2,09 \text{ mm} \end{aligned}$$



Gambar 4. Compression Nomenclature spring

**3.7 Gerakan ball ketika clutch slip ( $\delta_2$ )**

Ketika mesin terjadi overload yang mana lebih besar dari settingan torsi, ball keluar dari dudukannya mendorong *pressure plate dancylindrical body* ke dalam sebuah posisi sehingga balls menjauh dari dudukan *base flange* dan *torque limiter* bergerak bebas pada bearing. Gerakan ball saat *clutch* slip dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned} \delta_2 &= d / \{2x(1 - \cos \alpha)\} \\ &= 12 / \{2x(1 - \cos \alpha)\} \\ &= 12 / 6,8 \\ &= 1,7 \text{ mm} \end{aligned} \tag{7}$$

**3.8 Maximum deflection spring ( $\delta_{max}$ )**

Jadi *maximum deflection* dapat dihitung:

$$\begin{aligned} \delta_{max} &= \delta_1 + \delta_2 \\ &= 2,09 \text{ mm} + 1,7 \text{ mm} \\ &= 2,26 \text{ mm} \end{aligned} \tag{8}$$

**3.9 Panjang bebas spring ( $L_f$ )**

Panjang bebas *spring* tanpa tekanan dapat dihitung dengan =

$$\begin{aligned} L_f &= n'd + \delta_{max} + (n'-1) \\ n' &= n + 2 \\ &= 4 + 2 \\ &= 6 \\ L_f &= n'd + \delta_{max} + (n'-1) \\ &= 6 \times 6 + 4,71 + (6-1) \\ &= 45,71 \text{ mm} \end{aligned} \tag{9}$$

**3.10 Pitch of spring ( $p$ )**

$$\begin{aligned} P &= L_f / (n-1) \\ &= 45,71 / (4-1) \\ &= 17,71 \text{ mm} \end{aligned} \tag{10}$$

**3.11 Desain poros**

Beban mesin saat beroperasi tidak konstan, sehingga perlu toleransi yang sesuai pada perancangan untuk mengatasi fluktuasi beban. Untuk perancangan poros, hal yang sangat berpengaruh adalah torsi dari kopling. Dalam perhitungan harga torsi gesek adalah  $0,501 \times 10^3$  N.mm. Material yang dipakai pada poros adalah AISI 4340 COLD DRAWN dengan  $\sigma_{yp} = 682,8$  Mpa.

$$\begin{aligned} \text{Power} &= \frac{2\pi NT}{60} \tag{11} \\ T &= \frac{60P}{2N\pi} \\ &= \frac{60 \times 73,54}{2 \times 1400 \times 3,14} \\ &= \frac{4412,4}{8792} \\ &= 0,501 \text{ N.m} = 0,501 \times 10^3 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Jika mesin 25 % overload, maka

$$\begin{aligned} T_{design} &= 1,25 \times T \\ &= 1,25 \times 0,501 \times 10^3 \\ &= 0,626 \times 10^3 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Dengan diketahuinya rumus:

$$\begin{aligned} T_{design} &= \pi / 16 \times (\tau \times d^3) \\ 0,626 \times 10^3 &= 3.14 / 16 \times (682,8 \times d^3) \\ 626000 &= 0.19 \times 682,8 \times d^3 \\ d^3 &= 626000 / 129,7 \\ &= 4826,5 \\ d &= \sqrt[3]{4826,5} \\ &= 16.9 \\ &= 17 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi diameter poros *torque limiter clutch* adalah 17 mm

**4. PEMBAHASAN**

Dari perhitungan perancangan diatas dapat diketahui bahwa motor penggerak mesin *bodymaker automatic welding*:

1. Berdasarkan perhitungan perancangan pada point 4.1.1 dengan data – data yang ada, maka diperoleh hasil bahwa desain torsi pada *torque limiter clutch* lebih besar dari torsi motor, sehingga *torque limiter clutch* aman saat torsi berlebih, sekaligus mesin *body maker automatic welding* akan berhenti saat terjadi overload.
2. Berdasarkan perhitungan perancangan pada point 4.1.2 – 4.1.6 dengan data – data yang ada, maka diperoleh hasil bahwa *spring* dengan nilai kekakuannya mampu menahan gaya tangensial ball yang berarti *torque limiter clutch* dapat berputar secara normal saat engaged.
3. Berdasarkan perhitungan perancangan dan dengan data – data yang ada, maka diperoleh hasil bahwa saat *torque limiter clutch* slip, *spring* dapat mengompres sejauh gerakan ball ketika *clutch* slip.

## 5. KESIMPULAN

Dalam perancangan torque limiter clutch ini dapat diambil kesimpulan:

1. Torque limiter clutch ini mempunyai konstruksi yang cukup sederhana yang tidak memerlukan perawatan secara mekanik.
2. Spring memegang peranan yang sangat penting dalam kinerja torque limiter clutch.
3. Motor penggerak mesin berhenti saat overload terjadi yaitu saat torsi mencapai  $0,626 \times 10^3$  N.mm.
4. Mesin akan terhindar dari kerusakan elemen mesin akibat overload yang terjadi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Khairnar. S., & Shelke.S.N . (2014). *Design development, testing and analysis of torque limiter for overload protection*. International journal of innovation in engineering research & management ISSN:2348-4918, volume I, 2014
2. Labade, K.K.C., & Devarapalli, R. (2014). *Torque tender / Limiter for overloadshaft*. International journal of innovation in engineering research & management ISSN:2278-0181, volume 3 Issue 8
3. Mayr PowerTransmissions (2009). *The perfect torque limiter clutch*. Retrieved from <http://www.mayr.com>
4. Moldovean. G., Popa. S., & Huidan. L. (2010). *Load in the disengaging process of the safety clutch with radially disposed balls and double punctiform contact*. Machine Design. Novi Sad. ADEKO
5. Popa.S., Moldovean.G., & Eftimie.E. (2014). *Torque transmitted by safety clutches with balls and spherical rabbet radialdisposed*. Annals of the Oradea university, Fascicle of management and technological engineering.
6. R.S.Khurmi & J.K.Ghupta. (2005). *Machine Design*. India. Eurassia Publishing House
7. R + W Coupling Technology. (2011). *Torque Limiter Clutch*. Retrieved from <http://www.rw-couplings.com>
8. Sularso. (1978). *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*. Jakarta. Pradnya Paramita