

## Flywheel

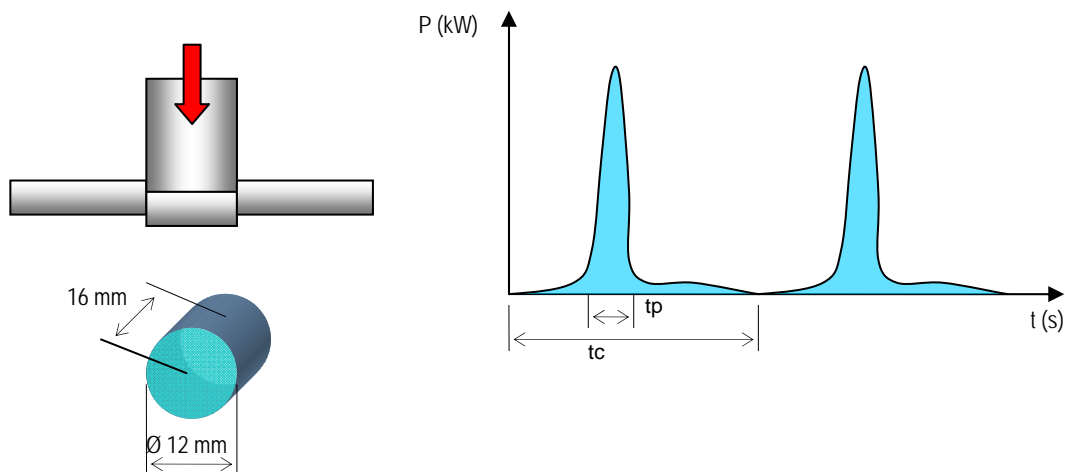
Sebuah lubang 12 cm di press pada pelat tebal 16 mm yang terbuat dari baja SAE 1030. setiap menit dapat dibuat 20 lubang. Pelubangan yang sesungguhnya terjadi dalam waktu 1/5 dari interval antara pelubangan. Motor penggerak mesin pelubang berputar pada 1200 rpm, dengan reduksi kecepatan yang diperlukan melalui suatu rangkaian roda gigi untuk memberikan 20 pelubangan per menit. Roda gila berputar pada 300 rpm. Gaya maksimum selama pelubangan terjadi sekitar 3/8 dari kedalaman lubang. Tahanan geser dari material diketahui sebesar 360 Mpa.

Pada proses perancangan mesin pelubang ini tentukanlah;

- Ukuran motor yang diperlukan, jika mesin tidak menggunakan roda gila.
- Ukuran motor yang diperlukan, jika mesin menggunakan sebuah roda gila.
- Dengan memisalkan bahwa roda gila mempunyai konstruksi tipe rim, tentukan berat rim roda gila yang diperlukan, dengan menganggap bahwa 90% efek roda gila datang dari rim. Kecepatan maksimum pada jari-jari rata-rata roda gila sebesar 1200 m/menit. Penurunan kecepatan maksimum yang diijinkan adalah 15%.
- Jika berat total roda gila kurang lebih sebesar 125% dari berat rim, tentukan berat total pendekatan dari roda gila.
- Jika rim roda gila memiliki rim berpenampang bujursangkar, tentukan dimensi-dimensi yang diperlukan. Rim terbuat dari besi cor yang beratnya  $0,176 \text{ N/cm}^3$ .

## Pembahasan

Untuk dapat menghitung kebutuhan daya motor maka kita perlu terlebih dahulu menghitung kebutuhan daya untuk pelubangan;



daya pelubangan diperoleh dari;

$$P(kW) = \frac{W(kJ)}{t(s)}$$

W adalah tenaga yang dibutuhkan untuk melawan tegangan geser pelat agar pelat dapat dilubangi. Gaya maksimum terjadi sekitar 3/8 dari kedalaman lubang, sehingga kebutuhan tenaga maksimum terjadi di 5/8 bagian dari kedalaman lubang.

Gaya untuk melawan tegangan geser material pelat;

$$F = \tau_s \cdot A = \tau_s \cdot \pi \cdot D \cdot t$$

Diameter (mm)	12,00
Tegangan geser (Mpa)	360,00
Penampang geser (m <sup>2</sup> )	0,0006
Gaya pelubangan (kN)	217,15

Gaya pelubangan ini hanya bekerja sedalam 5/8 kedalaman lubang dan selama selang 1/5 waktu interval pelubangan;

$$W = F \cdot s$$

Sedangkan waktu siklus pelubangan dan waktu pelubangan (press) dapat dihitung dari kapasitas pelubangan per menit.

Langkah press (mm)	10,00
Tenaga press (kJ)	2,17
Kapasitas (lbg/mnt)	20,00
Waktu siklus (s)	3,00
Waktu press (s)	0,60
Kebutuhan daya (kW)	3,62
Kebutuhan daya (Hp)	4,85

Jika tanpa menggunakan roda gila maka kebutuhan daya motor minimal harus sama dengan kebutuhan daya pelubangan ini, yaitu sekitar 3.62 kW atau setara 4.85 hp (mendekati 5 hp).

Untuk mesin dengan roda gila maka kebutuhan daya pelubangan tidak hanya ditanggung oleh motor penggerak, namun dibantu oleh energi kinetik yang tersimpan pada roda gila selama selang waktu jeda pelubangan ( $t_s - t_p$ ).

Hal ini berakibat seolah-olah pelubangan terjadi selama selang waktu siklus ( $t_s$ ) sehingga kebutuhan daya motor lebih kecil;

Kebutuhan daya (kW)	0,72
Kebutuhan daya (Hp)	0,97

Dari hasil perhitungan terlihat bahwa kita dapat menggunakan motor tidak sampai 1 hp. Wow! Benar-benar luar biasa manfaat dari roda gila.

Tapi ingat, tenaga sebesar itu diambil dari energi kinetik sehingga saat roda gila melepaskan energi tersebut kecepatannya menurun dari  $v_1$  menjadi  $v_2$ .

$$W = \frac{1}{2} m (v_1^2 - v_2^2)$$

Penurunan kecepatan ini dibatasi sampai nilai tertentu sesuai karakteristik kerja mesin agar tidak mengakibatkan kerusakan pada komponen transmisi (misal belt, rantai, pasak) dan disfungsi kerja mesin (misal macet, mati).

Fluktuasi kecepatan roda gila ini ( $\delta$ ) biasa dirumuskan sebagai berikut;

$$\delta = \frac{v_1 - v_2}{v_{rata-rata}} = \frac{2(v_1 - v_2)}{(v_1 + v_2)}$$

Fluktuasi kecepatan maksimum yang diijinkan adalah sekitar 15-20% untuk mesin press, punch dan pompa, sedangkan untuk mesin generator lebih kecil hingga 0,3%.

Untuk permasalahan mesin pelubang yang kita bahas disebutkan jika penurunan kecepatan hingga 15%. Ini bukanlah koefisien fluktuasi kecepatan melainkan memberikan informasi bahwa;  $v_2 = (100 - 15)\% \cdot v_1 = 0,85 \cdot v_1$  sehingga dapat langsung digunakan untuk menghitung besar berat roda gila yang dibutuhkan agar mampu menyimpan dan melepaskan energi kinetik sesuai kebutuhan.

Sebelum kita dapat menghitung besar berat roda gila kita harus mengetahui berapa energi yang harus ditampung oleh roda gila. Roda gila menyimpan energi dari motor ( $P'$ ) ketika tidak terjadi proses pelubangan, selama selang waktu ( $t_c - t_p$ ), sehingga energi yang harus disimpan/dilepaskan oleh roda gila adalah sebesar;

$$E_{simpan} = P' \cdot (t_s - t_p)$$

$$E_{simpan} = E_{lepas}$$

$$E_{simpan} = \frac{1}{2} m (v_1^2 - v_2^2) = \frac{1}{2} m (v_1^2 - (0,85v_1)^2)$$

Dari persamaan di atas kita dapat menghitung besar berat rim (90% dari berat roda gila) dan juga berat roda gila yang didekati dengan 125% dari berat rim;

Kapasitas energi (kJ)	1,74
Kecptn roda gila (m/mnt)	1200,00
Drop kecepatan	0,15
Berat rim (N)	276,35
Berat roda gila (N)	345,44

Dengan mengetahui berat jenis material untuk rim sebesar  $0.176 \text{ N/cm}^3$  maka kita dapat menghitung berapa volume rim yang diperlukan.

$$V = \frac{W(N)}{\rho(N/cm^3)}$$

Berat jenis (N/cm3)	0,18
Volume rim (cm3)	1570,18

Dari data kecepatan maksimum jari-jari rata-rata rim = 1.200 m/mnt kita dapat menghitung diameter rata-rata rim sehingga bisa menghitung ukuran luas penampangnya.

$$v = (\pi \cdot D) \cdot n$$

$$V = (\pi \cdot D) \cdot A = (\pi \cdot D) \cdot s^2$$

Penampang rim berbentuk bujursangkar sehingga panjang sisi rim dapat langsung dihitung;

Putaran roda gila (rpm)	300,00
Diameter rim rata2 (m)	127,32

Volume rim (cm3)	1570,18
Penampang rim (cm2)	3,93
Sisi rim (cm)	1,98

