

## SAMBUNGAN PAKU KELING (RIVETED JOINTS)

Jenis sambungan dengan menggunakan paku keling, merupakan sambungan tetap karena sambungan ini bila dibuka harus merusak paku kelingnya dan tidak bisa dipasang lagi, kecuali mengganti paku kelingnya dengan yang baru.

Pemakaian paku keling ini digunakan untuk :

- Sambungan kuat dan rapat, pada konstruksi boiler( boiler, tangki dan pipa-pipa tekanan tinggi ).
- Sambungan kuat, pada konstruksi baja (bangunan, jembatan dan crane ).
- Sambungan rapat, pada tabung dan tangki ( tabung pendek, cerobong, pipa-pipa tekanan).
- Sambungan pengikat, untuk penutup chasis ( mis ; pesawat terbang).

Sambungan paku keling ini dibandingkan dengan sambungan las mempunyai keuntungan yaitu :

- a. Sambungan keling lebih sederhana dan murah untuk dibuat.
- b. Pemeriksaannya lebih mudah
- c. Sambungan keling dapat dibuka dengan memotong kepala dari paku keling tersebut.

Bila dilihat dari bentuk pembebanannya, sambungan paku keling ini dibedakan yaitu :

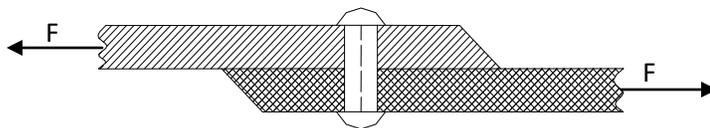
1. Pembebanan tangensial.
2. Pembebanan eksentrik.

### A. PEMBEBANAN TANGENSIAL

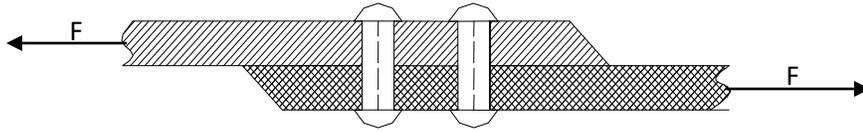
Pada jenis pembebanan tangensial ini, gaya yang bekerja terletak pada garis kerja resultannya, sehingga pembebanannya terdistribusi secara merata kesetiap paku keling yang digunakan.

Bila ditinjau dari jumlah deret dan baris paku keling yang digunakan, maka kampuh keling dapat dibedakan yaitu :

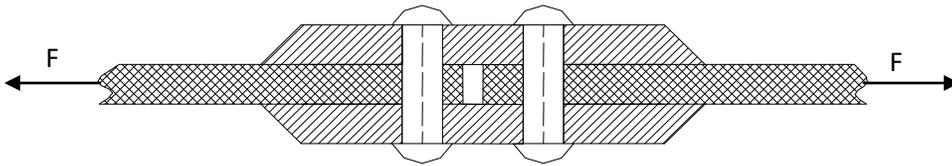
- a. Kampuh Bilah Tunggal dikeling Tunggal



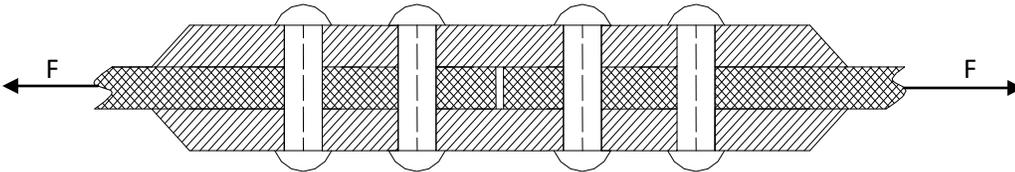
b. Kampuh Bilah Tunggal dikeling Ganda



c. Kampuh Bilah Ganda dikeling Tunggal

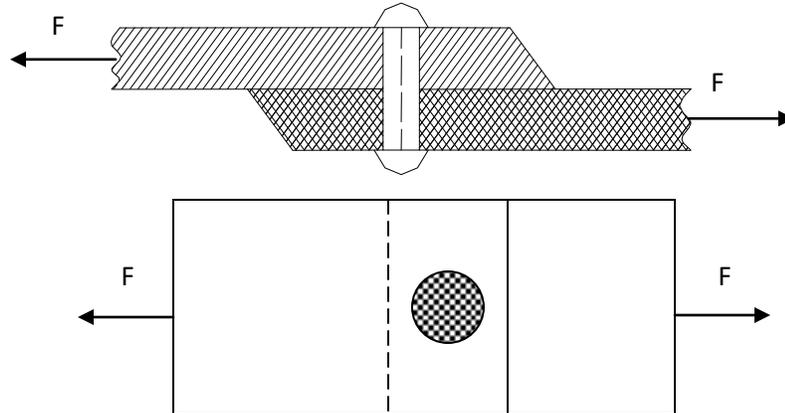


d. Kampuh Bilah Ganda dikeling Ganda



## PERENCANAAN SAMBUNGAN PAKU KELING

### 1. Kampuh Bilah Tunggal Dikeling Tunggal



Bila paku tersebut mendapat pembebanan seperti terlihat pada gambar, maka seluruh penampang dari paku tersebut akan putus tergeser bila tidak mampu menahan gaya luar yang diberikan pada kedua ujung plat tersebut.

Tegangan yang terjadi pada penampang bahan yaitu :

Tegangan Geser :

$$\tau_g = \frac{F}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Bila diameter paku adalah (d), maka luas penampang yang akan putus adalah :

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Sehingga :

$$\tau_g = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{4F}{\pi \cdot d^2}$$

Maka diameter paku keling :

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \tau_g}}$$

**Untuk menentukan ukuran plat yang sesuai yaitu :**

Bila tebal plat ( $t$ ) dan lebar plat ( $b$ ), maka plat tersebut akan putus tertarik, bila tidak mampu menahan gaya luar yang diberikan. Sehingga tegangan yang terjadi pada penampang plat yaitu tegangan tarik.

$$\bar{\sigma} = \frac{F}{A} (N/mm^2)$$

dimana :  $\bar{\sigma}$  = tegangan tarik izin

$F$  = gaya luar yang bekerja

$A$  = luas penampang plat yang

akan putus.

Untuk luas penampang yang kemungkinan akan putus adalah :

$$A = (b - d) t$$

Maka : 
$$\bar{\sigma}_t = \frac{F}{(b - d)t}$$

Contoh soal :

Dua buah plat akan disambung dengan kampuh bilah tunggal dikeling tunggal, direncanakan menerima beban sebesar 10 kN. Bila bahan plat mempunyai tegangan tarik izin 137,3 N/mm<sup>2</sup> dan bahan paku dengan tegangan geser izinnya 109,8 N/mm<sup>2</sup> serta tebal plat 4 mm.

Tentukanlah : a. Diameter paku keling yang sesuai.

b. Lebar plat yang dibutuhkan.

Penyelesaian :

Diketahui :  $F = 10 \text{ kN} = 10000 \text{ N}$  ;  $t = 4 \text{ mm}$

$$\bar{\sigma}_t = 137,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{\sigma}_g = 109,8 \text{ N/mm}^2$$

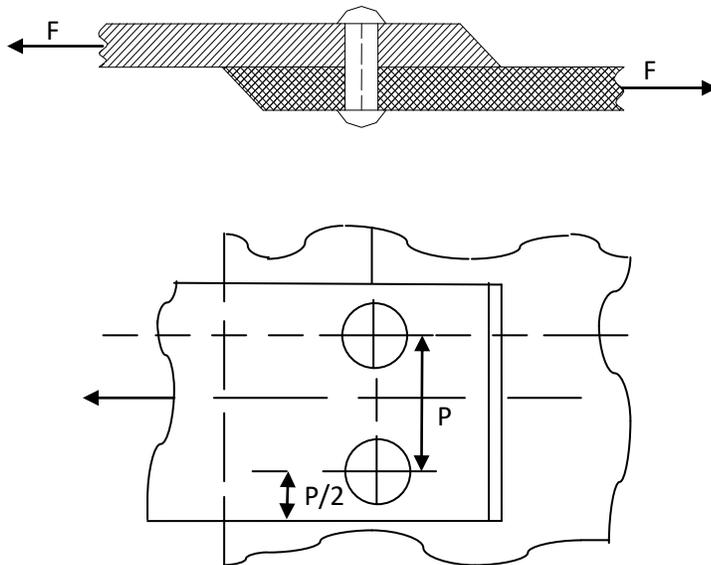
Ditanya : a) d ? b) b ?

## 2. Kampuh Bilah Tunggal Dikeling Tunggal Satu baris

Bila kampuh bila tunggal dikeling tunggal satu baris seperti terlihat pada gambar. Dimana tegangan yang terjadi, pada paku keling yaitu :

$$\tau_g = \frac{F}{A}$$

Plat tersebut akan terpisah bila gaya luar (F) mampu memutuskan kedua luas penampang paku. Bila jumlah paku (z) buah maka plat tersebut akan terpisah jika gaya (F) luar tidak mampu memutuskan sebanyak luas penampang paku.



Untuk luas penampang paku yang akan putus pada sistem pada sistem sambungan jenis ini sama dengan jumlah paku yang dipergunakan ( $z = n$ ) yaitu :

$A = n \times$  luas penampang paku yang putus.

$$A = n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Sehingga :

$$\tau_g = \frac{F}{A} = \frac{F}{n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{4F}{n \cdot \pi \cdot d^2}$$

Maka diameter paku keling :

$$d = \sqrt{\frac{4.F}{n.\pi.\tau_g}}$$

Untuk menentukan ukuran plat yang sesuai yaitu :

Bila tebal plat (t) dan lebar plat (b), jarak antara masing-masing sumbu paku (p), dan jumlah paku dalam satu baris (z), maka plat tersebut akan putus tertarik, bila tidak mampu menahan gaya luar yang diberikan. Sehingga tegangan yang terjadi pada penampang plat yaitu tegangan tarik.

$$\bar{\sigma} = \frac{F}{A} (N/mm^2)$$

dimana :  $\bar{\sigma}$  = tegangan tarik izin

F = gaya luar yang bekerja

A = luas penampang plat yang

akan putus.

Untuk luas penampang yang kemungkinan akan putus adalah :

$$A = (b - z.d) t, \quad \text{dimana } b = z.p$$

$$A = (z.p - z.d) . t \quad \text{jadi } A = z (p - d) . t$$

Maka : 
$$\bar{\sigma}_t = \frac{F}{z.(p-d)t} \rightarrow p = \frac{F}{z.t.\bar{\sigma}_t} - d$$

Biasaya harga  $P = 3.d + 5$  (mm)

**Contoh Soal :**

Dua buah plat akan disambung dengan kampuh bilah tunggal dikeling tunggal satu baris, direncanakan menerima beban sebesar 10 kN. Bila bahan plat mempunyai tegangan tarik izin 137,3 N/mm<sup>2</sup> dan bahan paku dengan tegangan geser izinnnya 109,8 N/mm<sup>2</sup>, tebal plat 5 mm dan jumlah paku yang digunakan sebanyak 2 buah.

- Tentukanlah :
- Diameter paku keling yang sesuai.
  - Lebar plat yang dibutuhkan.
  - Jarak antara paku.

Penyelesaian :

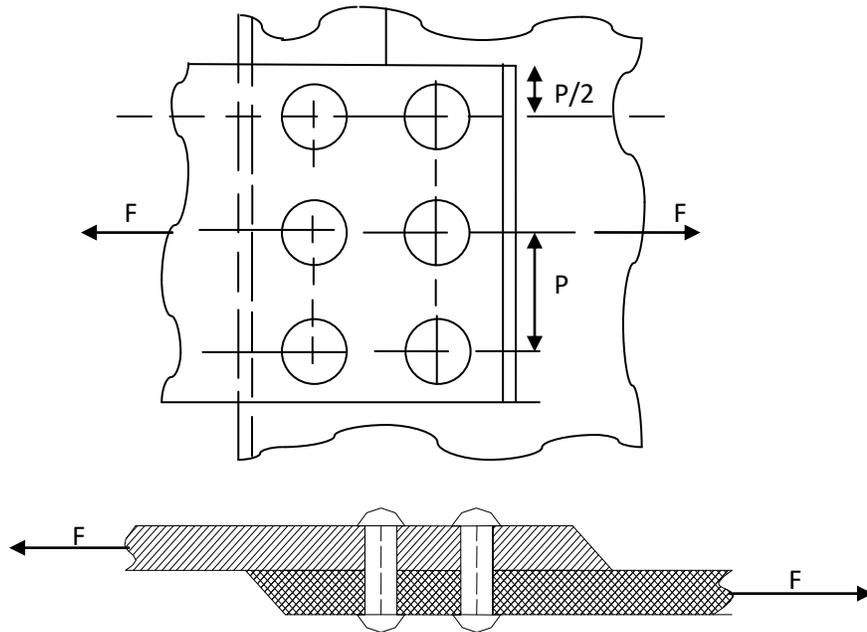
Diketahui :  $F = 10 \text{ kN} = 10000 \text{ N}$  ;  $t = 5 \text{ mm}$  ;  $n=z = 2 \text{ buah}$

$$\bar{\sigma}_t = 137,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{\sigma}_g = 109,8 \text{ N/mm}^2$$

Ditanya : a) d ?      b) b ?      c) p ?

### 3. Kampuh bilah tunggal dikeling ganda.



Untuk jenis sambungan kampuh bilah tunggal di keling ganda seperti terlihat pada gambar, maka kedua plat tersebut terpisah bila mampu memutuskan dua baris penampang, jika jumlah paku ( $n$ ) buah maka paku terasabud akan putus tergeser, maka yang terjadi pada bahan adalah tegangan geser.

$A = n \times$  luas penampang paku yang putus.

$$A = n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Sehingga :

$$\tau_g = \frac{F}{A} = \frac{F}{n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{4F}{n \cdot \pi \cdot d^2}$$

Maka diameter paku keling :

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{n \cdot \pi \cdot \tau_g}}$$

### Untuk menentukan ukuran plat yang sesuai yaitu :

Bila tebal plat ( $t$ ) dan lebar plat ( $b$ ), jarak antara masing-masing sumbu paku ( $p$ ), dan jumlah paku dalam satu baris ( $z_1$ ), maka plat tersebut akan putus tertarik, bila tidak mampu menahan gaya luar yang diberikan. Sehingga tegangan yang terjadi pada penampang plat yaitu tegangan tarik.

$$\bar{\sigma} = \frac{F}{A} (N/mm^2)$$

dimana :  $\bar{\sigma}$  = tegangan tarik izin

$F$  = gaya luar yang bekerja

$A$  = luas penampang plat yang

akan putus.

Untuk luas penampang yang kemungkinan akan putus adalah :

$$A = (b - z_1 \cdot d) \cdot t, \quad \text{dimana } b = z_1 \cdot p$$

$$A = (z_1 \cdot p - z_1 \cdot d) \cdot t \quad \text{jadi} \quad A = z_1 (p - d) \cdot t$$

Maka :

$$\bar{\sigma}_t = \frac{F}{z_1 \cdot (p - d) \cdot t} \rightarrow p = \frac{F}{z_1 \cdot t \cdot \bar{\sigma}_t} + d$$

Biasaya harga  $P = 3 \cdot d + 5$  (mm)

Contoh soal .

Dua buah plat disambung seperti terlihat pada gambar diatas dimana pada kedua ujungnya bekerja gaya sebesar 10000( N ). Bila Tegangan yang di izinkan untuk plat 137.9 N/mm<sup>2</sup> tegangan geser izin untuk bahan paku 109.8 N/mm<sup>2</sup> . Jumlah paku keling yang di gunakan berjumlah 6 buah serta ketebalan plat 5 mm.

Ditanyakan :

- Diameter paku keling.
- Jarak antara paku .
- Lebar plat yang dibutuhkan .

Penyelesaian :

Diketahui :  $F = 10 \text{ kN} = 10000 \text{ N}$  ;  $t = 5 \text{ mm}$

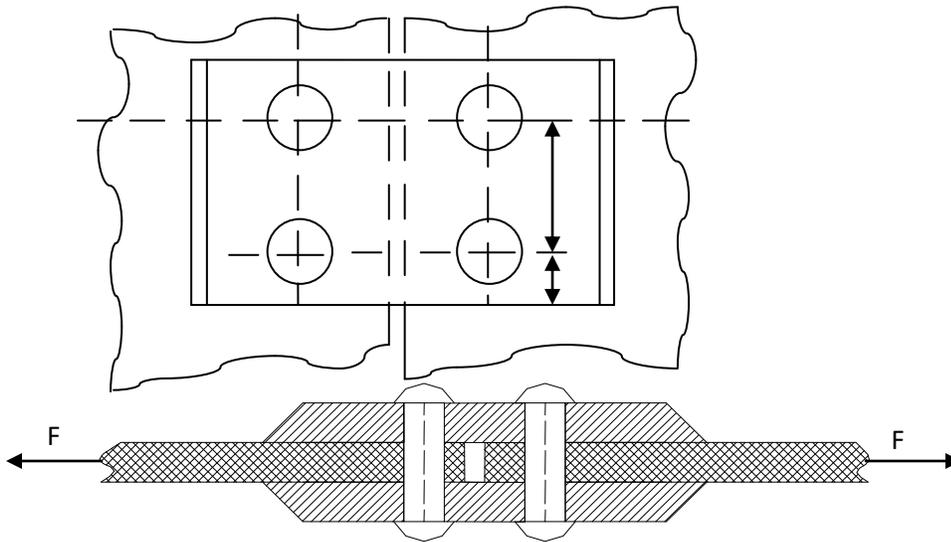
$$\bar{\sigma}_t = 137,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{\sigma}_g = 109,8 \text{ N/mm}^2$$

$$n = 6 \text{ buah} ; z_1 = 3 \text{ buah}$$

Ditanya : a) d ?                      b) p ?                      c) b ?

#### 4. Kampuh Bilah Ganda Dikeling Tunggal



Sistem penyambung kampuh bilah berganda dikeling tunggal seperti terlihat pada gambar, maka kedua plat tersebut akan terpisah, bila gaya luar mampu memutuskan dua luas penampang setiap paku keling tersebut, maka banyak luas penampang paku yang akan di putus ( n ) adalah :

$$n = 2 \cdot z$$

Karena paku tersebut putus tergeser , maka tegangan gesernya adalah :

A = n x luas penampang paku yang putus, oleh karena n = 2.z maka :

$$A = n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 2 \cdot z \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = z \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{2}$$

Sehingga :

$$\tau_g = \frac{F}{A} = \frac{F}{z \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{2}} = \frac{2F}{z \cdot \pi \cdot d^2}$$

Maka diameter paku keling :

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot F}{z \cdot \pi \cdot \tau_g}}$$

Menentukan lebar minimal plat.

Pada sistem sambungan ini , kemungkinan plat yang putus tertarik yaitu plat yang akan di sambung itu sendiri (plat bagian tengah ) . bila lebar plat ( b ) dan tebal ( t ) serta jarak antara sumbu paku ( p ), maka luas penampang plat yang akan putus bila jumlah paku dalam satu baris ( z<sub>1</sub> ) adalah :

$$\bar{\sigma} = \frac{F}{A} (N/mm^2)$$

dimana :  $\bar{\sigma}$  = tegangan tarik izin

F = gaya luar yang bekerja

A = luas penampang plat yang

akan putus.

Untuk luas penampang yang kemungkinan akan putus adalah :

$$A = (b - z_1 \cdot d) \cdot t, \quad \text{dimana } b = z_1 \cdot p$$

$$A = (z_1 \cdot p - z_1 \cdot d) \cdot t \quad \text{jadi} \quad A = z_1 (p - d) \cdot t$$

Maka :

$$\bar{\sigma}_t = \frac{F}{z_1 \cdot (p - d) \cdot t} \rightarrow p = \frac{F}{z_1 \cdot t \cdot \bar{\sigma}_t} + d$$

Biasaya harga  $P = 3 \cdot d + 5$  (mm)

Contoh soal :

Dua buah plat disambung dengan sistem kampuh bilah berganda dikeling tunggal seperti gambar , di mana mendapat pembebanan sebesar 12400 (N) . Bila tegangan tarik izin untuk bahan plat 145,3 N/mm<sup>2</sup> . dan tegangan geser izin untuk bahan paku adalah 112,8 N/mm<sup>2</sup>. Untuk plat tebal 6 mm dan jumlah paku yang akan di pasang 2 buah dalam satu baris .

Ditanyakan : a. Diameter paku keling

b. Jarak antara sumbu paku keling

d. Lebar plat yang di butuhkan.

Penyelesaian :

Diketahui : F = 10 kN = 10000 N ; t = 5 mm

$\bar{\sigma}_t = 137,9$  N/mm<sup>2</sup> ;  $z_1 = 2$  buah

$\bar{\sigma}_g = 109,8$  N/mm<sup>2</sup>

n = 4 buah

Ditanya : a) d ? b) b ? c) p ?