

## REKAYASA SISTEM MEKANIK KESETIMBANGAN PERANGKAT COLUMN SCANNING UNTUK INDUSTRI.

Syamsurrijal RAMDJA  
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir - BATAN

### Abstrak

Direkayasa suatu prototype sistem mekanik kesetimbangan perangkat "Column Scanning" yang berbasis sinar gamma ( $\gamma$ ). "Column Scanning" digunakan untuk men'scen' (memindai) kolom-kolom proses pada industri petrokimia dan industri proses kimia untuk menentukan lokasi kerusakan /penumpukan yang terjadi pada bagian dalam kolom tersebut. Prinsip dari pemindaian kolom proses adalah dengan memposisikan sumber dan detektor saling bersebarangan satu sama lain terhadap kolom. Pemindaian dilakukan dengan cara menurunkan dan/atau menaikkan sumber dan detektor secara bersamaan (kesetimbangan). Mekanisme yang dirancang pada rancangan ini adalah mekanisme dan susunan pulley pengangkat supaya setimbang, pemilihan daya motor, serta penentuan jenis dan kekuatan sling (tali baja) yang digunakan.

### PENDAHULUAN

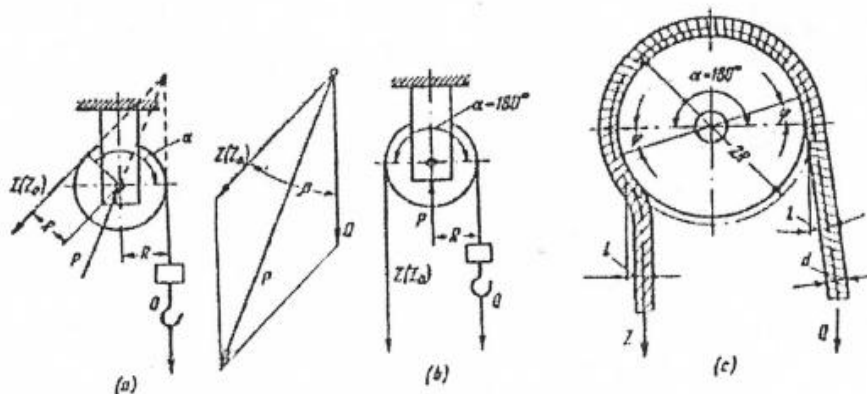
Suatu plant, baik industri proses-kimia maupun industri petro-kimia terdiri dari beberapa kolom proses. Pada kolom-kolom ini, di dalamnya terdiri atas tray yang bertingkat-tingkat. Sesuai dengan perjalanan waktu dan penyebab lain, tray ini sering mengalami kerusakan. Kerusakan itu baik berupa patah, tidak simetris maupun yang disebabkan oleh bahan proses kimia yang menumpuk. Lokasi kerusakan dapat terjadi pada bagian atas, bagian tengah maupun bagian bawah. Penentuan lokasi yang tepat, sangatlah penting untuk efisiensi pekerjaan perawatan suatu plant.

Untuk menentukan lokasi kerusakan pada kolom-kolom proses dapat dilakukan dengan cara pemindaian (scanning) menggunakan isotop (Co-60) beserta detektor (NaI/TL

### DASAR TEORI

Pada perekayasaan ini, banyak dipakai mekanisme penggunaan pulley. Pulley terdiri dari pulley tetap (fixed pulleys) dan pulley gerak (movable pulleys). Pulley dengan sumbu tetap disebut juga pulley pengarah karena dapat merubah arah tali pada penggunaan mekanisme angkat yang flexibel.

Pada gambar.1.a dan b ditunjukkan diagram dari fixed pulley. Salah satu ujung tali melewati pulley dengan beban  $Q$  dan ujung yang lain dengan tarikan gaya  $Z$ . Alur tarikan gaya  $S$  adalah sama dengan tinggi  $h$ , yang dipakai untuk mengangkat beban. Dengan tidak memperhitungkan gaya tahanan pada pulley, gaya tarikan  $Z$  adalah sama dengan  $Q$ . Sebenarnya  $Z > Q$ , karena gaya tahanan pada pulley.



Gambar 1. Pulley Tetap tunggal

Pada keadaan kesetimbangan  $Z (R \cos \varphi - e) = Q (R \cos \varphi + e)$  dan kita akan mendapatkan hubungan antara nilai tarikan :

$$\frac{Z}{Q} = \frac{1 + \frac{e}{R \cos \varphi}}{1 - \frac{e}{R \cos \varphi}} \dots\dots(1)$$

Dan dengan mengabaikan nilai nilai yang kecil, selanjutnya kita dapatkan :

$$Z \approx Q \left( 1 + \frac{2e}{R \cos \varphi} \right) \dots\dots(2)$$

Tahanan geser yang terjadi pada bantalan :

$$W = \sum (Q + Z_0) \mu \frac{d'}{2R} \approx Q \mu \frac{d'}{2R} \dots\dots(3)$$

dimana :

$d'$  = diameter poros pulley  
 $\mu$  = koef. gesek

Gaya resultan P pada pulley dapat diketahui dengan metode grafik seperti yang ditunjukkan pada gbr. 1.a. Pada  $\alpha = 180^\circ$  dua bagian pada tali akan parallel dan didapatkan persamaan sbb:

$$\sum (Q + Z_0) \approx Q + Z_0 \approx 2Q = P \dots\dots(4)$$

Gaya tarik akan menjadi persamaan :

$$Z \approx Q \left[ 1 + \frac{2e}{R \cos \varphi} + \mu \frac{d'}{R} \right] \dots\dots(5)$$

Besaran  $\varepsilon = \frac{Z}{Q}$ , disebut factor tahanan

pulley dan  $\varepsilon = \frac{1}{\eta}$

dimana,  $\eta$  - efisiensi pulley

Selanjutnya pers, akan menjadi :

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{1}{\eta} \\ &= 1 + \frac{2e}{R \cos \varphi} + \mu \frac{d'}{R} \end{aligned} \dots\dots(6)$$

Harga  $\frac{2e}{R \cos \varphi}$  merupakan harga

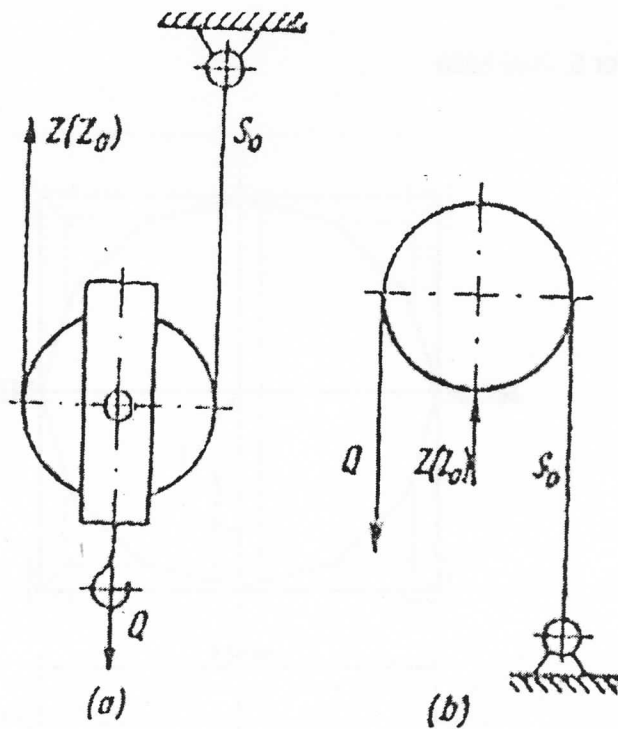
kekakuan tali yang didapat dari eksperimen. Dari eksperimen yang telah dilakukan, didapatkan asumsi harga rata-rata untuk tali :

$$\frac{2e}{R \cos \varphi} = 0.1 \frac{d}{D-10} \dots\dots(7)$$

dimana :

$d$  - diameter tali, - cm  
 $D$  - diameter pulley, - cm

Terlepas dari nilai kekakuan tali, faktor tahanan pulley juga tergantung dari jenis bantalan dan pelumas yang digunakan pada poros pulley. Ketika pelumasan ( $\mu \approx 0.1$ ) digunakan untuk melumasi rantai dan tali, dapat diambil harga rata-rata untuk  $\varepsilon \approx 1.05$  dan  $h \approx 0,95$ . Untuk pulley dengan bantalan bola atau pun bantalan luncur, gesekan pada poros selalu diabaikan dan diassumsi nilai rata-rata  $\varepsilon \approx 1.02$  dan  $\eta = 0.98$ .



Gambar. 2. Pulley Gerak Sederhana

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Perhitungan Motor**

Di assumsi, berat container = berat sumber

$$A = B = 40 \text{ kg}$$

$$P = fs.A + B$$

$$= 1.2 \cdot 80 \text{ kg}$$

$$= 96 \text{ kg}$$

$$P \approx 100 \text{ kg}$$

Beban motor ditentukan dengan persamaan :

$$N = \frac{P.v}{75\eta} \quad \dots\dots(8)$$

$$v = 2 \text{ m / min}$$

$$= 0,034 \text{ m/det}$$

$$N = \frac{(100).(0.034)}{75.(0.2097)} \quad \frac{\text{kg.m / det}}{\text{kg.m / det/ PK}}$$

$$= 0.2162 \text{ PK ,}$$

$$1 \text{ PK} = 736 \text{ Watt}$$

$$= 159.12 \text{ Watt}$$

**Perhitungan Sling dan Pulley**

Peralatan pengangkat menggunakan sling (tali baja) dan pulley .

Supaya tidak terjadi sleeve (slip) pada bagian yang dihubungkan dengan motor dipergunakan drum. Pada drum, sling tidak boleh bertumpuk tidak beraturan.

Dalam perhitungan ini dipakai  $\sigma_b$  sling adalah  $130 \text{ kg/mm}^2$  ( $130 \div 200 \text{ kg/mm}^2$ )

Luasan penampang lintang yang digunakan tali baja adal

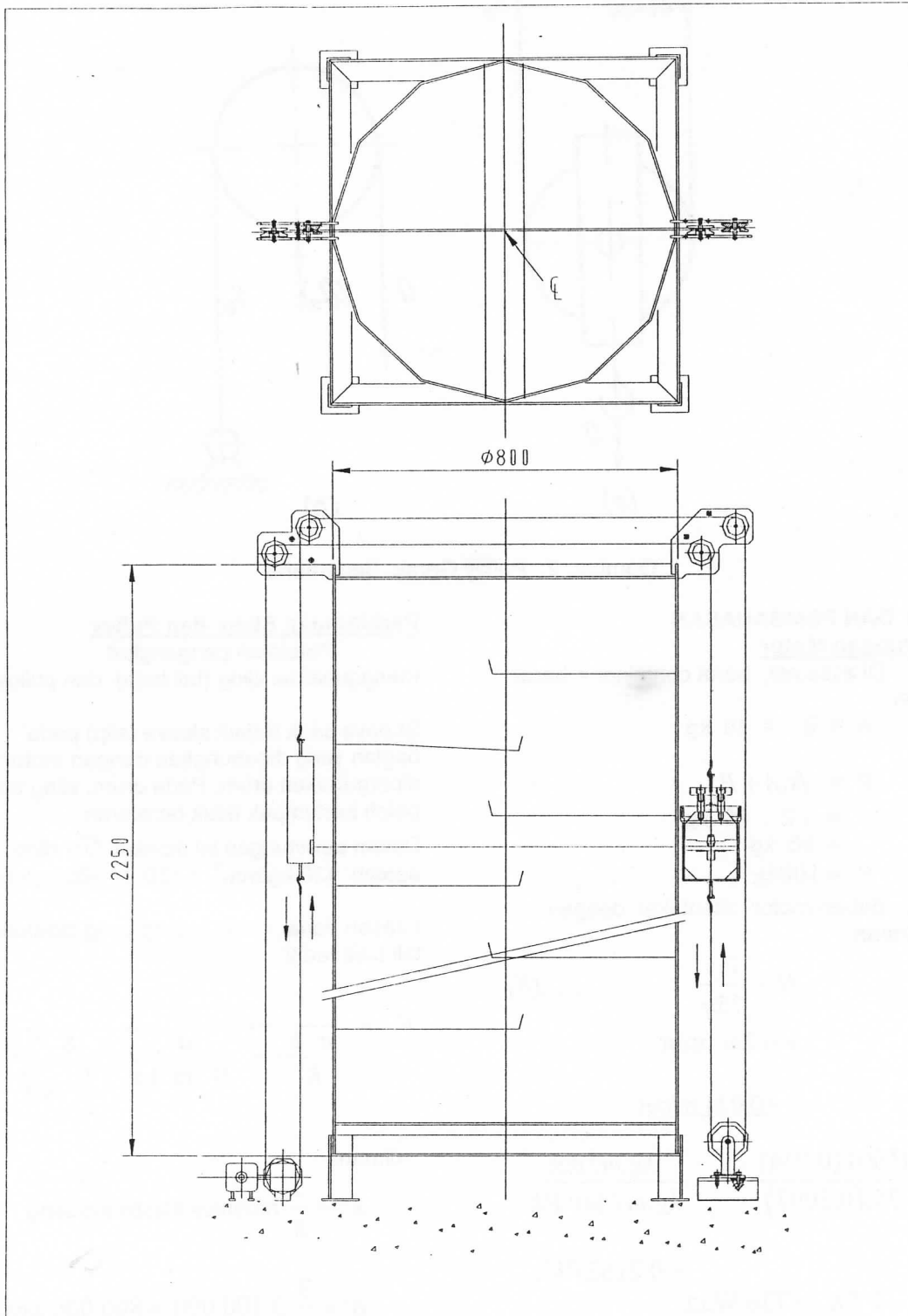
$$F = \frac{S}{\frac{\sigma b}{K} - \frac{d}{D \text{ min}} \cdot \frac{E'}{5 \sqrt{i}}} \quad \dots\dots(9)$$

dimana :

$$E' = \frac{3}{8} \text{ modulus elastisitas sling}$$

$$E' = \frac{3}{8} 2 \text{ 100 000} \approx 800 \text{ 000 kg/cm}^2$$

$$\approx 8000 \text{ kg/mm}^2$$



Gambar 3, Diagram Mekanisme Sistem Mekanik Kesetimbangan

Di assumsikan diameter tali baja (d) = 3,2 mm (yang ada di pasaran)

Dari table dipilih  $i = 37$  helai.

$$d = 1,5 \cdot \delta \sqrt{i} \quad \dots\dots(10)$$

$$3,2 = 1,5 \cdot \delta \sqrt{37}$$

$$\delta = 0,315 \text{ mm.}$$

Sehingga :

$$F_{(37)} = \frac{100}{\frac{130}{45} \cdot \frac{3,2}{60} \cdot \frac{8000}{1,5\sqrt{37}}} = \frac{100}{11,3} = 8,85 \text{ mm}^2$$

Dengan demikian, digunakan sling dengan d = 3,2 mm, isi = 37 helai dan  $\delta = 0,3$  mm.

Umur tali baja (sling) dapat dicari dengan persamaan :

$$z_1 = a \cdot z_2 \cdot N \beta \quad \dots\dots(11)$$

dimana :

- $z_1$  = Jumlah bend diizinkan dari tabel 1. : 102. 000
- $z_2$  = Jumlah belokan
- $N$  = Umur sling
- $\beta$  = Faktor perubahan ketahanan
- $a$  = rerata siklus kerja / bln (dari tabel 1000)

$$N = \frac{z_1}{a \cdot z_2 \beta} =$$

**Kesimpulan / Rangkuman.**

Pemasangan pulley system mekanisme kesetimbangan seperti yang ada di gambar .3.

Dari perhitungan apakah rancangan ini aman untuk dikerjakan dan spesifikasi barang yang dipasaran, maka didapatkan data pokok sebagai berikiut :

1. Daya Motor = 0,2162 PK  
 $\approx 159,12$  Watt
2. Sling (Tali Baja),  $\varnothing = 3,2$  mm  
Isi = 37 helai  
 $\delta = 0,3$  mm

$$\frac{102.000}{1000 \times 2 \times 0,7} =$$

72,8 bulan

$\approx 6$  tahun.

Umur di atas disertakan dengan memperhatikan :

- perawatan pencegahan
- perawatan rutin
- prosedur operasional

Diamater pulley dapat ditentukan dengan rumus :

$$D \geq e_1 \cdot e_2 \cdot d \quad \dots\dots\dots(12)$$

dimana :

- $D$  = diameter pulley
- $d$  = diameter sling

Dari table 2. nilai  $e_1 = 16$  dan  $e_2 = 1$ , sehingga didapat :

$$D \geq 16 \cdot 3,2$$

$$D \geq 51,2 \text{ mm}$$

(spesifikasi yang ada dipasaran) :

$$\approx 62,5 \text{ mm)}$$

Umur  $\approx 6$  tahun

3. Pulley  $\varnothing = 62,5$  mm

T = 20 mm

**Daftar Pustaka**

1. N. RUDENKO, Material Handling Equipment, , Mir Publisher. Moscow, USSR. 1977
2. IAEA. Radioisotope Applications for Troubleshooting and Optimizing Industrial Processes. RCA India. March 2002.