



Artikel Penelitian

Analisis Statik Kekuatan dan Tingkat Keamanan pada *Spring Plate Girth Gear Kiln* Pabrik Indarung V PTSP

Lovely Son ^a, Meifal Rusli ^a, Dorce Yunirsyam ^b^a Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, Indonesia^b PT Semen Padang, Indarung, Padang

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 04 Agustus 2016

Revisi Akhir: 01 September 2016

Diterbitkan Online: 01 Oktober 2016

KATA KUNCI

Girth gear

Spring plate

Kiln

Cement

Static

KORESPONDENSI

E-mail: lovelyson@ft.unand.ac.id

A B S T R A C T

This research discusses the static analysis of the kiln girth gear at Indarung cement Factory V PTSP due to replacement of the oldest girth gear with the newest one. The newest version of girth gear system has a smaller number of supporting spring (spring plate) in comparison with the previous one. Therefore, it is necessary to analyze the effect of the spring plate number to the strength and stiffness of the girth gear system to assure the kiln can work properly. In this research the effect of the spring plate number to the linear and torsional stiffness of the girth gear is evaluated. Based on the simulation results, decreasing of the spring plate number from 16 to 12, significantly affect the total stiffness of the supporting spring. Furthermore, it was found from the simulation that the total stiffness of the supporting spring much affected by the axial stiffness of the spring plate comparing to its lateral stiffness.

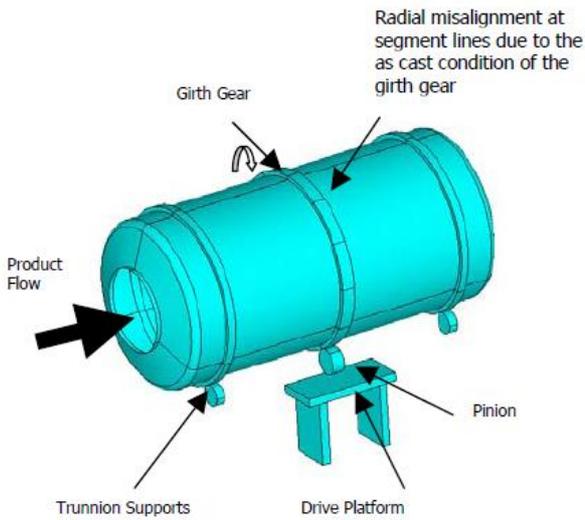
1. PENDAHULUAN

Kiln memegang peranan penting dalam proses produksi semen di pabrik semen termasuk PTSP. Kerusakan yang terjadi pada komponen Kiln ini dapat menimbulkan kerugian yang besar pada pabrik, baik kerugian dari segi waktu maupun dari segi materi. Oleh karena itu, segala usaha harus diupayakan agar komponen penting dari pabrik semen ini bisa berjalan dengan baik.

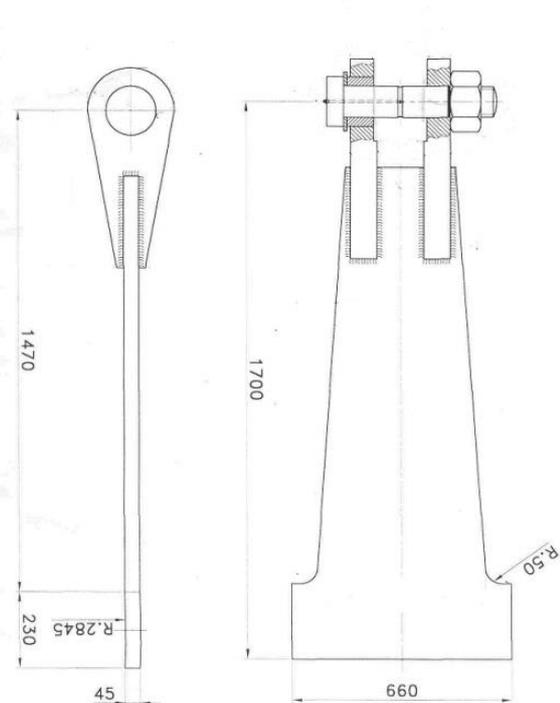
Girth gear adalah suatu roda gigi yang dipasangkan pada kiln sebagai salah satu bagian dari sistem penggerak kiln. Secara umum, sistem penggerak

kiln terdiri atas motor penggerak, pinion dan *girth gear* seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Pada kiln pabrik indarung V PTSP, *girth gear* dipasangkan ke dinding kiln dengan menggunakan tumpuan *spring plate*. Kekakuan tumpuan *spring plate* ini harus cukup kaku agar tidak terjadi deformasi yang besar pada kiln selama beroperasi.

Pegas penumpu *girth gear* pada dinding kiln di pabrik Indarung V PTSP adalah *spring plate* seperti diperlihatkan pada Gambar 2. Karena kerusakan yang terjadi pada permukaan gigi *Girth gear*, maka dilakukan pergantian pada *girth gear* ini. Akan tetapi, *Girth gear* pengganti yang baru ini memiliki



Gambar 1. Kiln dan sistem penggerak



Gambar 2. Spring plate

jumlah *spring plate* yang lebih sedikit dibandingkan *girth gear* yang lama.

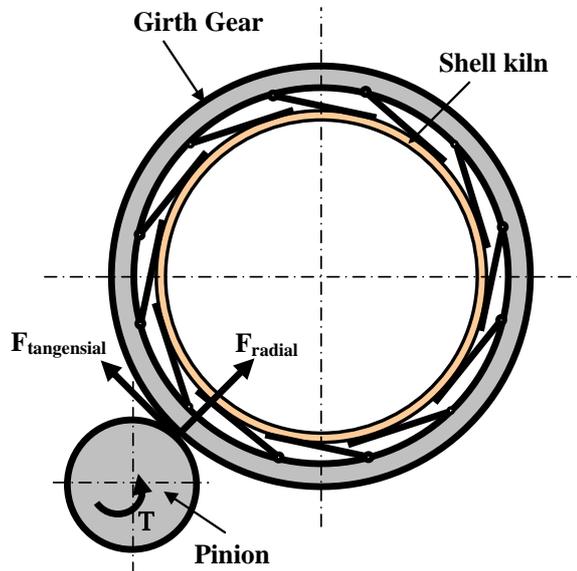
Pada penelitian ini dianalisis pengaruh perubahan jumlah *spring plate* terhadap kekakuan linear dan kekakuan torsi dari sistem pegas penumpu *spring plate*. Analisis nondimensional dilakukan untuk melihat besarnya kekakuan dan deformasi yang terjadi jika jumlah *spring plate* diganti dari 16 menjadi 12 buah. Hasil dari analisis ini berguna

untuk melihat seberapa jauh perubahan kekakuan total struktur penumpu *spring plate* dengan 12 pegas jika kekakuan tarik dan kekakuan lentur elemennya divariasikan terhadap kekakuan tarik dan kekakuan lentur *spring plate* dengan 16 pegas.

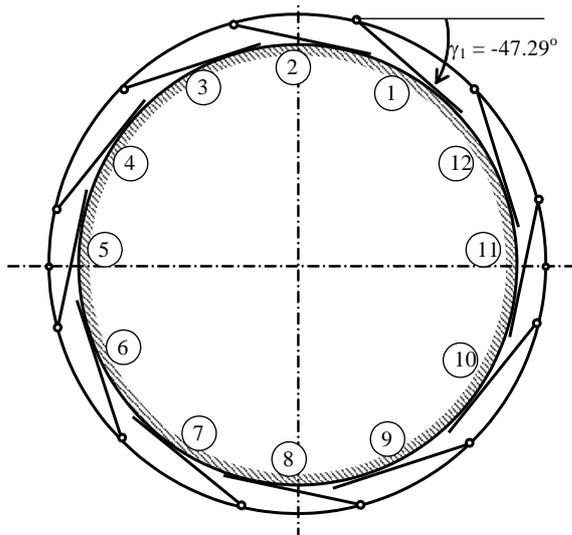
2. KAJIAN PUSTAKA

Pada Gambar 3 diperlihatkan model dari sistem penggerak pada kiln. Motor memberikan torsi T pada pinion. Kontak gigi yang terjadi antara pinion dan *Girth gear* menimbulkan dua komponen gaya yaitu gaya radial dan gaya tangensial seperti terlihat pada Gambar 3.

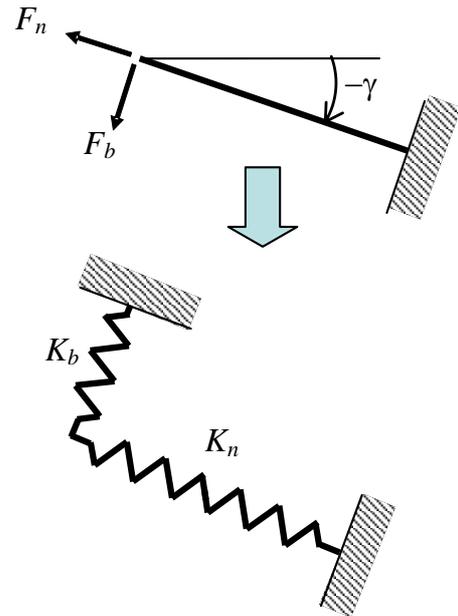
Pada Gambar 4 diperlihatkan orientasi sudut dari *spring plate* untuk kasus 12 pegas. Penomoran pegas juga diperlihatkan pada Gambar 4 tersebut. Dari Gambar 4 ini terlihat bahwa sudut yang dibentuk oleh pegas no. 1 terhadap sumbu- x positif adalah sebesar -47.29° . Pada Tabel 1 ditampilkan orientasi sudut dari *spring plate* untuk kasus 12 dan 16 pegas.



Gambar 3. Model Sistem penggerak Kiln



Gambar 4. Penomoran pegas *spring plate*



Gambar 5. Penurunan kekakuan *spring plate*

Tabel 1. Orientasi *spring plate* pada kasus pegas 12 dan pegas 16

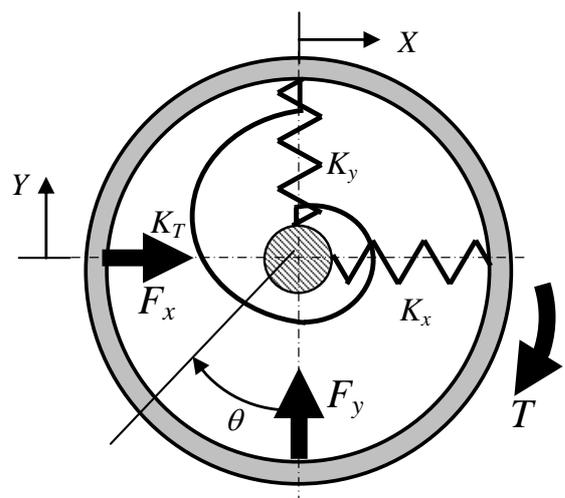
No	γ (12 pegas)	γ (16 pegas)
1	-47.2948	-51.0448
2	-17.2948	-28.5448
3	12.7052	-6.0448
4	42.7052	16.4552
5	72.7052	38.9552
6	102.7052	61.4552
7	132.7052	83.9552
8	162.7052	106.4552
9	192.7052	128.9552
10	222.7052	151.4552
11	252.7052	173.9552
12	282.7052	196.4552
13	-	218.9552
14	-	241.4552
15	-	263.9552
16	-	286.4552

Secara umum, hubungan antara gaya dan defleksi *spring plate* dalam arah normal dan arah lentur dinyatakan oleh:

$$\begin{Bmatrix} F_n \\ F_b \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} K_n & 0 \\ 0 & K_b \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \delta_n \\ \delta_b \end{Bmatrix} \quad (1)$$

Kekakuan total pegas penumpu terdiri atas tiga komponen yaitu kekakuan dalam arah- x (K_x), dalam arah- y (K_y) dan dalam dalam arah puntir (K_T) seperti diperlihatkan pada Gambar 6.

Kekakuan total pegas penumpu *Girth Gear* diturunkan dari kekakuan elemen masing-masing *spring plate*. Pada Gambar 5 diperlihatkan sebuah *spring plate* yang mempunyai orientasi sudut $-\gamma$ terhadap sumbu $-x$ positif. F_n dan F_b menyatakan gaya normal dan gaya lentur yang bekerja pada *spring plate*. Kekakuan tarik (K_n) dan kekakuan lentur (K_b) *spring plate* didapatkan dari hasil pembagian gaya normal dan gaya lentur terhadap defleksi pegas dalam arah normal dan arah lentur. Dari Gambar 5 ini dapat dilihat bahwa *spring plate* dimodelkan atas dua komponen kekakuan yaitu kekakuan tarik dan kekakuan lentur.



Gambar 6. Kekakuan total pegas penumpu

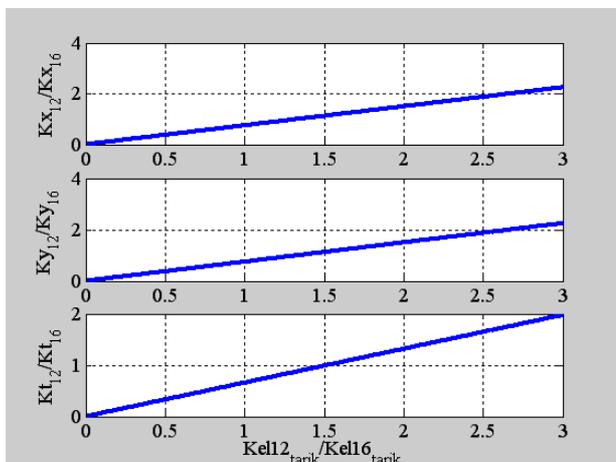
3. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, dilakukan dua analisis yaitu: (1) Pengaruh dari pengurangan jumlah *spring plate* terhadap kekakuan total pegas penumpu. Dalam hal ini kekakuan total berupa kekakuan total dalam arah-x, arah-y dan kekakuan total torsi; (2) Pengaruh dari pengurangan jumlah *spring plate* terhadap gaya yang bekerja pada pin *spring plate*. Kedua analisis tersebut dilakukan secara numerik menggunakan program MATLAB.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 7 diperlihatkan hasil simulasi kekakuan total yang diperoleh jika kekakuan tarik elemen 12 pegas divariasikan terhadap kekakuan tarik elemen 16 pegas. Dari hasil simulasi ini terlihat bahwa untuk mendapatkan kekakuan total K_x dan K_y yang sama dengan kasus 16 pegas maka kekakuan elemen tarik 12 pegas harus dinaikan sebanyak 1.3 kali dibandingkan kekakuan elemen tarik 16 pegas. Sementara itu untuk mendapatkan kekakuan total torsi yang sama dengan kasus 16 pegas, kekakuan elemen tarik 12 pegas harus dinaikan sebanyak 1.5 kali.

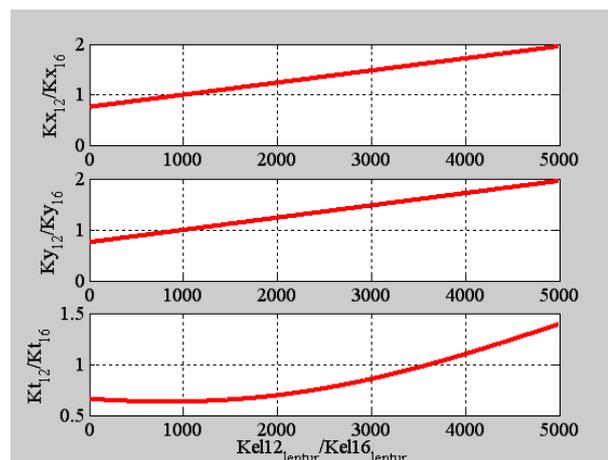
Gambar 8 memperlihatkan hasil simulasi kekakuan total yang diperoleh jika kekakuan lentur elemen 12 pegas divariasikan terhadap kekakuan lentur elemen 16 pegas. Dalam simulasi ini, kekakuan elemen



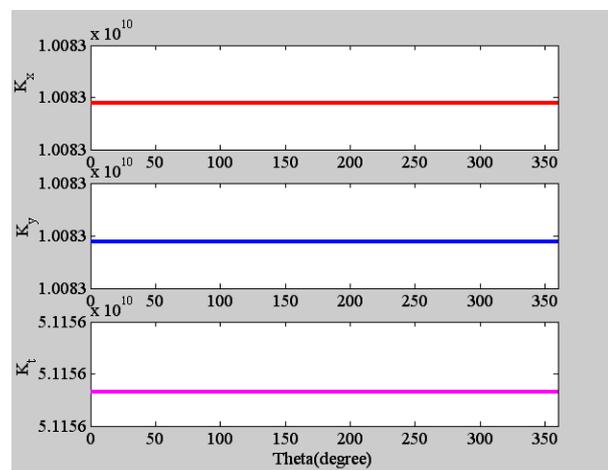
Gambar 7. Variasi kekakuan total terhadap kekakuan elemen tarik 12 pegas

tarik untuk 12 pegas dan 16 pegas diasumsikan sama. Dari hasil simulasi ini terlihat bahwa untuk mendapatkan kekakuan total K_x dan K_y yang sama dengan kasus 16 pegas maka kekakuan elemen lentur 12 pegas harus dinaikan sebanyak 1000 kali dibandingkan kekakuan elemen lentur 16 pegas. Sementara itu untuk mendapatkan kekakuan total torsi yang sama dengan kasus 16 pegas, kekakuan elemen lentur 12 pegas harus dinaikan sebanyak 3500 kali.

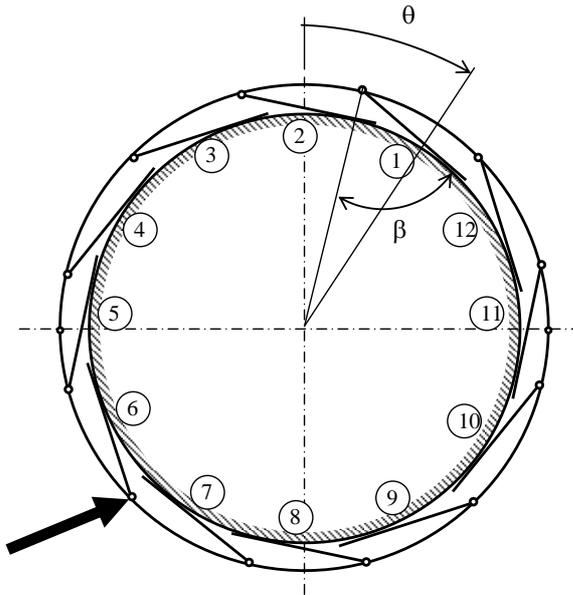
Pada Gambar 9 diperlihatkan harga kekakuan total penumpu K_x , K_y dan K_T jika Girth Gear dan Kiln berputar searah jarum jam sebesar sudut θ dari 0 s/d 360° . Dari hasil pada Gambar 9 ini dapat disimpulkan bahwa berapapun besar putaran sudut dari kiln, harga kekakuan total dari penumpu tetap tidak berubah.



Gambar 8. Variasi kekakuan total terhadap kekakuan elemen lentur 12 pegas



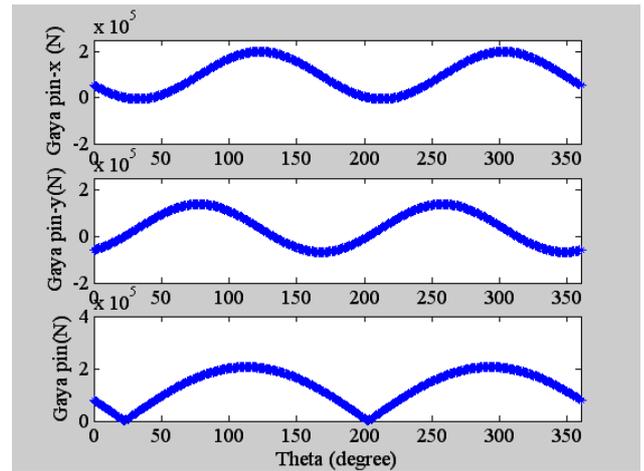
Gambar 9. Variasi kekakuan total terhadap θ



Gambar 10. Arah pembebanan dan posisi sudut θ

Salah satu bentuk kegagalan yang sering ditemui pada kiln adalah rusak atau patahnya pin pada *spring plate*. Untuk mengantisipasi kegagalan ini perlu diketahui besar pembebanan pada pin tersebut untuk setiap arah pembebanan dan posisi dari *spring plate* seperti diperlihatkan pada Gambar 10. Dalam simulasi ini diasumsikan bahwa gaya dalam arah $-x$ dan dalam arah- y yang bekerja sebagai akibat interaksi antara *girth gear* dan *pinion* adalah sebesar $F_x = 1162333.6 \text{ N}$ dan $F_y = 422821.9 \text{ N}$.

Pada Gambar 11 diperlihatkan gaya yang bekerja pada setiap pin *spring plate* untuk perputaran sudut θ dan arah pembebanan seperti pada Gambar 10. Dari Gambar 11 ini dapat dilihat bahwa gaya total pada pin 1 dan pin 7 berharga mendekati nol pada saat perputaran sudut $\theta = 20^\circ$. Hasil ini terjadi karena pada putaran $\theta = 20^\circ$ posisi pembebanan *spring plate* no:1 dan No:7 murni akibat beban lentur sehingga gaya dalam pada *spring plate* sangat kecil.



Gambar 11. Gaya pada pin *spring plate*

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Perhitungan kekuatan *girth gear* kiln pada pabrik indarung V PTSP telah dilakukan. Berdasarkan hasil simulasi terlihat bahwa penurunan jumlah pegas penumpu (*spring plate*) dari 16 menjadi 12 buah pada kiln menyebabkan turunnya harga kekakuan lentur total dari pegas. Lebih jauh lagi, analisis gaya menunjukkan bahwa gaya minimum pada pin pegas daun berharga minimum pada saat pegas daun berada pada posisi 20° karena pada posisi tersebut pembebanan pada *spring plate* murni akibat beban lentur.

DAFTAR PUSTAKA

[1] J. E. Shigley dan J. J. Uicker. *Theory of Machines and Mechanisms*. McGraw-Hill, 1981.