

ANALISA PERPATAHAN RODA GIGI TERHADAP MISALIGNMENT GEAR BOX KILN INDARUNG V PT. SEMEN PADANG

Nusyirwan

Jurusan Teknik Mesin – Universitas Andalas

ABSTRAK

Gear box merupakan suatu peralatan yang diperlukan dalam menggerakkan kiln. Gear box berfungsi mengubah torsi dan kecepatan yang dihasilkan motor penggerak. Oleh karena itu peranan gear box ini sangat penting dalam pengoperasian kiln. Gear box ini memiliki empat roda gigi penghantar dimana masing masing gear berbeda karakteristiknya baik jumlah gigi maupun diameternya. Dalam kasus ini terjadi perpatahan pada dua buah gigi high speed. Untuk melihat kemungkinan penyebab perpatahan yang terjadi maka dicoba untuk menganalisa dari keretakan yang terjadi pada gigi roda tersebut dan juga dilihat dari pendistribusian beban yang dialami pada masing-masing gear.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kiln merupakan salah satu bagian terpenting bagi pabrik semen. Apabila perawatan *kiln* kurang diperhatikan maka akan mengakibatkan kerusakan pada *kiln* maka unit operasi yang lain seperti *raw mill* dan *cement mill* tidak dapat berjalan, karena unit *raw mill* memerlukan gas *kiln* untuk pengeringan sedangkan unit *cement mill* memerlukan *klinker* untuk diproses lebih lanjut menjadi semen.

Gear box merupakan bagian dari penggerak kiln yang diputar langsung dari motor penggerak. *Gear box* ini berfungsi untuk mengubah torsi dan kecepatan yang dihasilkan oleh motor penggerak. Didalam *gear box* ini memiliki empat roda gigi penghubung yakni:

- *High speed gear*
- *Intermediate I gear*
- *Intermediate II gear*
- *Low speed gear*

Pada pelaksanaan kerja praktek ini roda gigi *high speed* ini mengalami kepatahan pada dua giginya. Dengan terjadinya perpatahan tersebut maka dilakukan penelitian mengenai perpatahan.

1.2. Tujuan Penelitian

Menemukan penyebab terjadinya kegagalan dengan ditinjau dari beban dan kesejajaran sumbu poros.

1.3. Manfaat Penelitian

Mencegah terjadinya kegagalan pada roda gear box kiln yang diakibatkan pada kasus yang sama.

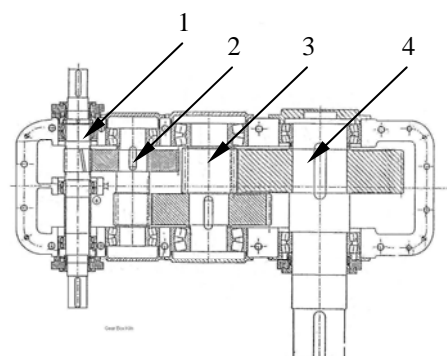
1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi hanya pada perhitungan beban pada setiap roda gigi dan kesejajaran poros roda gigi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Tentang Gear Box

Kiln merupakan jantung dari sebuah pabrik semen yang mempengaruhi produksi dari seluruh elemen pabrik. *Kiln* digerakkan oleh motor penggerak yang dihubungkan oleh kopling dan *gear box*. *Gear box* akan mengubah torsi dan kecepatan yang dihasilkan dari motor penggerak maka peranan *gear box* juga penting dalam proses operasional *kiln*. Untuk lebih jelasnya digambarkan dalam bagan dibawah ini :



Gambar 1 Susunan Roda Gigi Gear Box

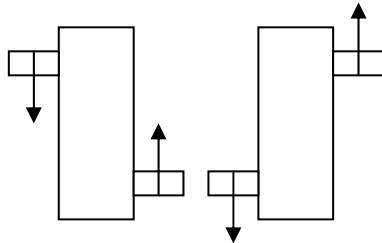
Keterangan:

1. *High speed gear*
2. *Intermediate I*
3. *Intermediate II*
4. *Low speed gear*

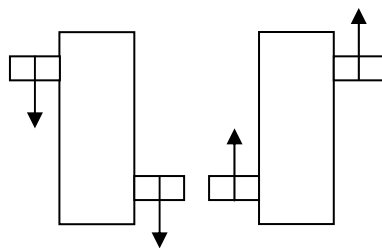
2.2 Klasifikasi Gear Box

Gear box yang digunakan dalam aplikasi di lapangan ada bermacam-macam tipe dan desain :

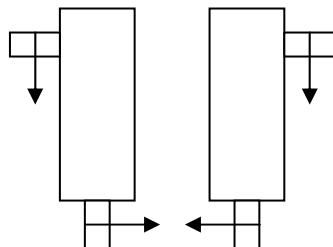
a. Tipe SEN SDN



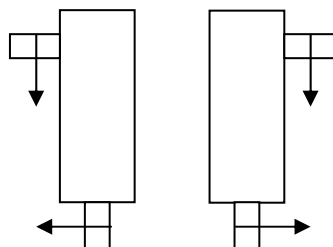
b. Tipe SZN SVN



c. Tipe KEN KZN



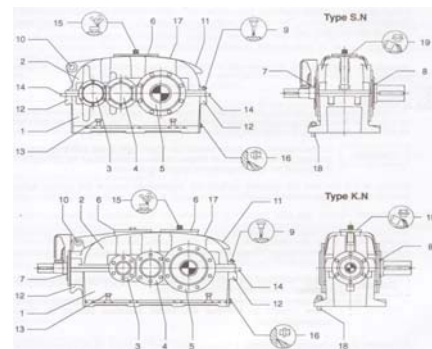
d. Tipe KDN



Gambar 2 Tipe gear box

2.3 Komponen utama Gear Box

Komponen utama *gear box* dapat digambarkan dalam gambar dua dimensi dibawah ini :



Gambar 3 Bagian - Bagian Gear Box

Keterangan:

1. Rumah-rumah bagian bawah
2. Rumah-rumah bagian atas
3. Penutup (*cover*)
4. Penutup (*cover*)
5. Penutup (*cover*)
6. Penutup untuk pemeriksaan
7. *Shaft seal*
8. *Shaft seal*
9. Pemeriksa oli
10. Mata pengangkat
11. Telinga pengangkat
12. Telinga pengangkat
13. Baut
14. Permukaan penempatan
15. Ventilasi rumah-rumah
16. Sumbatan oli
17. Plat standar
18. Penyambung
19. Pengisian oli

• Rumah-rumah

Rumah-rumah *gear* terdiri dari dua potongan dan terbuat dari besi cor yang didesain dengan torsi yang kaku dan memberikan bentuk juga karakteristik getaran dan temperatur. Rumah-rumah dilengkapi dengan dimensi yang mudah diangkat juga penutup untuk inspeksi.

• Komponen gigi

Unit komponen roda gigi adalah terbuat dari baja sepuhan atau baja dengan lapisan keras. Dengan kemiringan dan tingkatan *gear* yang berhubungan. Level getaran dari unit Gear diminimalisir sekecil mungkin dengan manfaat menjaga kualitas sistem roda gigi. Gigi roda disatukan pada poros dengan perantaraan pas dan tekanan paralel.

• Pelumasan

Sistem roda gigi disuplai cukup oli dengan posisi horizontal dan semprotan pelumasan yang menjamin roda gigi bebas dari perawatan.

- Blok bantalan

Semua poros dipasang pada bantalan anti geseran.

2.4 Mekanisme perpatahan

Pada tahap permulaan tumbuhnya retak terlihat bahwa terjadi slip mikroskopik dan slip tak mampu balik di dalam butir-butir (terjadi konsentrasi tegangan disini). Terjadinya penurunan keuletan secara bertahap pada daerah bidang slip yang menyebabkan terbentuknya retak mikroskopik. Ini terjadi sekitar 10% - 20% dari umur fatik. Retak tumbuh secara perlahan-lahan selama sisa siklus yang akhirnya terjadi pengurangan luas penampang yang cukup besar hingga terjadi perpatahan.

Setiap faktor desain yang menimbulkan konsentrasi tegangan dapat mengakibatkan perpatahan dini. Telah kita ketahui bahwa penyelesaian merupakan faktor penting. Alur spi dan takikan juga sangat membahayakan. Penggunaan permukaan yang lengkung sangat penting dalam perancangan teknik.

Proses nukleasi hanya bergantung pada tegangan geser yang memaksa dislokasi menjadi satu sebelum mereka bergabung, oleh karena itu proses perpatahan hanya bergantung pada tegangan geser. Dengan demikian nukleasi retak mikro dianggap sebagai suatu proses yang lebih mudah dibandingkan dengan perambatan retak dan tegangan pertumbuhan merupakan faktor tertentu pada mekanisme perpatahan. Bila tegangan luluh lebih kecil dari tegangan tumbuh maka bahan dikatakan ulet. Sedangkan bila tegangan luluh lebih kecil dari tegangan tumbuh maka dikatakan bahan rapuh.

Pertumbuhan retak berlangsung terus dengan cara tadi dan terjadi perpatahan rapuh atau ulet (karena penampang yang telah berkurang tidak mampu menahan beban). Pada paduan rekayasa (bukan logam murni) yang mengandung inklusi atau partikel fasa kedua, terbentuk retak atau rongga dimuka ujung retak awal ketika tegangan atau regangan tarik mencapai nilai kritis tertentu.

2.5 Faktor Yang Mempengaruhi Perpatahan

- Transisi ulet rapuh
- Efek komposisi dan ukuran butir
- Perlakuan panas dan perpaduan
 - Perlakuan panas pada umumnya dilakukan untuk mengendalikan besar benda uji dan untuk menghaluskan struktur. Tambahkan unsur paduan lain khususnya nikel dan khrom memiliki efek yang sama terhadap keuletan temperatur rendah.
- Struktur mikro
 - Perubahan orientasi pada batas butir individu mempengaruhi perambatan retak belah dengan (i) pembentukan undakan belah (ii) menimbulkan deformasi setempat dan (iii) perobekan dekat batas butir.

2.6 Ketangguhan Perpatahan

Pada struktur rekayasa, khususnya baja dengan perlakuan panas retak bisa saja berasal dari cacat las, inklusi, kerusakan permukaan dan sebagainya. Untuk desain konstruksi perlu diketahui bahwa cacat memang telah ada dan dapat merambat pada tegangan yang lebih rendah dari tegangan mikroskopik yang ditentukan dengan bantuan uji tarik. Ketangguhan perpatahan suatu bahan dapat berubah bergantung pada jenis medan elastik-plastik yang terdapat dimuka retak apakah terdapat medan regangan bidang atau tegangan bidang.

3. METODOLOGI

3.1 Perhitungan Untuk Gear Box

Data gear box:

Tipe	: SDN 710
Ratio	: 33.2 : 1
Driven	: 34.8 rpm
Driver	: 1156 rpm
Service Rating	: 1058 Hp
Catalog Rating	: 2117 Hp
Kapasitas Oli	: 147 US Gal
Viscositas oli pada 100 °F (38 °C)	= SSU 1506

Data motor penggerak:

Tegangan:	19 – 810 Volt
Arus	: 775 Ampere
Daya	: 690 kw

Dalam perhitungan digunakan Rumus :

$$Kw = \frac{T.n}{9500000}$$

dimana :

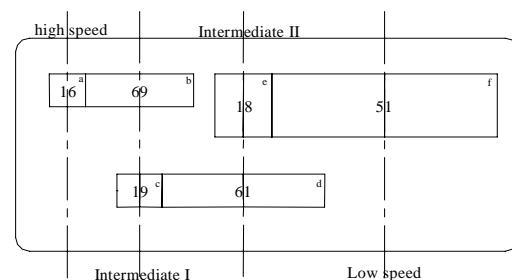
Kw	= daya (Kw)
T	= torsi (N/m)
n	= putaran (rpm)

$$V = n. R$$

dimana :

V	= kecepatan linear (m/menit)
n	= putaran (rpm)
R	= jari-jari (m)

Skema gear box dengan jumlah roda gigi dan hubungan antar roda gigi.



Gambar 4 Skema Gear Box

Pada skema diatas setiap roda yang memiliki bearing yang sama maka kecepatan tangensialnya juga sama, dan roda gigi yang bersentuhan pada permukaannya memiliki persamaan kecepatan linear.

No	Simbol gear	Kecepatan linear (V)	Jumlah gigi	Putaran (rpm)	Jari-jari (R)
1.		5,6		2	2,8
2.		5,6		11,2	0,5
3.	f	12,432	51	11,2	1,11
4.	e	12,432	18	41,44	0,3
5.	d	33,152	61	41,44	0,8
6.	c	33,152	19	127,5	0,26
7.	b	76,5	69	127,5	0,6
8.	a	76,5	19	418	0,183

4. HASIL DAN ANALISA

4.1 Perhitungan Daya

- Roda gigi *high speed* : $V = 76,50 \text{ m/s}$
 $n = 418 \text{ rpm}$
 $P = 600 \text{ kw}$ (dari motor)

$$T = \frac{9500000 \cdot kw}{n}$$

$$= \frac{9500000 \cdot 600}{418}$$

$$= 13636363 \text{ N/m}$$

- Roda gigi *Intermediate I* :
 $n = 127 \text{ rpm}$
 $T = 13636363 \text{ N/m}$

$$\text{Daya (kw)} = \frac{T \cdot n}{9500000}$$

$$= \frac{13636363 \cdot 127}{9500000}$$

$$= 182,29 \text{ kw}$$

- Roda gigi *Intermediate II* :
 $n = 41,44 \text{ rpm}$

$$T = 13636363 \text{ N/m}$$

$$\text{Daya (kw)} = \frac{T \cdot n}{9500000}$$

$$= \frac{13636363 \cdot 41,44}{9500000}$$

$$= 59,48 \text{ kw}$$

- Roda gigi *high speed*
 $n = 11,2 \text{ rpm}$
 $T = 13636363 \text{ N/m}$

$$\text{Daya} = \frac{T \cdot n}{9500000}$$

$$= \frac{13636363 \cdot 11,2}{9500000}$$

$$= 16,08 \text{ kw}$$

Hasil yang didapatkan yaitu :

- Torsi setiap gear = 13636363 Nm
- Daya *high speed* = 600 kw
- Daya *Intermediate I* = 182,29 kw
- Daya *Intermediate II* = 59,48 kw
- Daya *low speed* = 16,08 kw

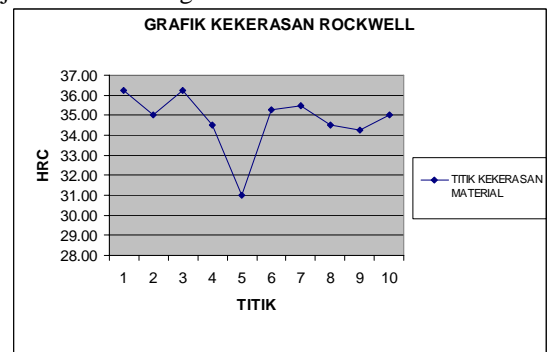
4.2 Pengukuran Kekerasan Material

Pengukuran kekerasan material dilakukan dengan menggunakan alat uji kekerasan metode *Rockwell* dengan menggunakan beban 150 kg dan memakai skala C. Setelah dilakukan pengujian kekerasan patahan roda gigi *high speed*, maka didapatkan data sebagai berikut :

- Titik ke-1 : 36,25
- Titik ke-2 : 35
- Titik ke-3 : 36,25
- Titik ke-4 : 34,5
- Titik ke-5 : 31
- Titik ke-6 : 35,25
- Titik ke-7 : 35,5
- Titik ke-8 : 34,5
- Titik ke-9 : 34,25
- Titik ke-10 : 35

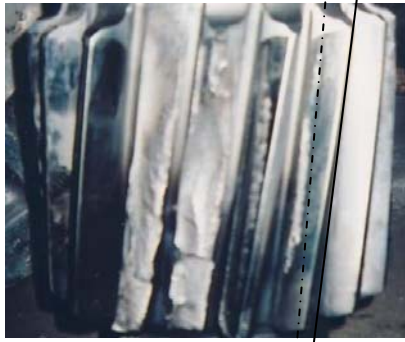
Maka nilai rata-rata dari kekerasan material tersebut adalah 34,75. Selanjutnya nilai tersebut dikonversikan ke BHN dengan melakukan interpolasi sehingga didapatkan nilai kekerasan dalam BHN, yaitu : 325,15.

Dari nilai tersebut penulis dapat mengetahui bahwa material tersebut berada dalam kelompok baja karbon menengah.



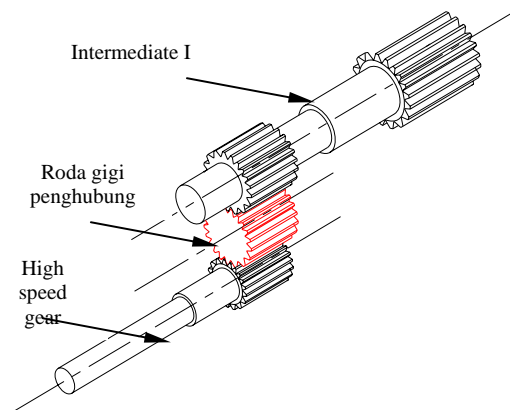
Gambar 5 Grafik Hasil Uji Keras

4.3 Analisa Dari Pengamatan

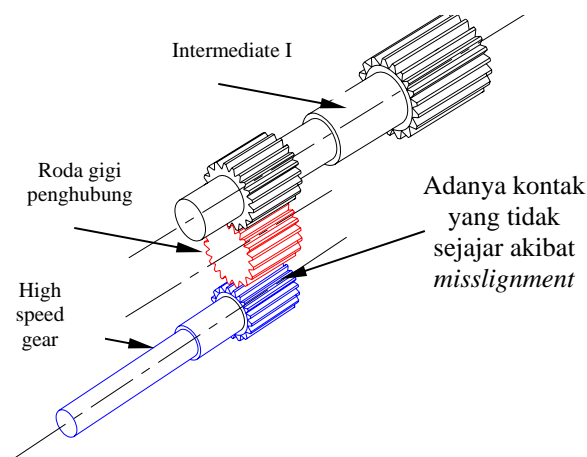


Gambar 6 Patahan Roda Gigi Yang Tidak Sejajar

Dari hasil pengamatan terhadap bentuk akibat dari perpatahan roda gigi maka dapat diilustrasikan sebagai berikut :



Gambar 7a Bentuk Poros Sejajar



Gambar 7b Bentuk Poros Tidak Sejajar

Dari dua bentuk gambar tersebut dapat dilihat adanya perbedaan yang jelas dimana pada skema gambar 7a memiliki kedudukan poros yang sejajar antara sumbu poros *intermediate* I terhadap sumbu poros high speed. Sedangkan pada skema gambar 7b dapat dilihat adanya posisi poros yang tidak sejajar

(*misslignment*), yaitu pada poros *high speed* terhadap garis sumbu roda gigi penghubungnya. *Misslignment* ini menyebabkan terjadinya kontak yang tidak merata di sepanjang roda gigi sehingga menimbulkan konsentrasi tegangan yang berujung pada dislokasi. Seiring berjalannya waktu, dislokasi ini akan terus merambat di sepanjang roda gigi yang mengalami "kontak" dalam bentuk retakan dan akhirnya mengakibatkan perpatahan pada roda gigi.

5. KESIMPULAN

1. Gear Box merupakan bagian dari penggerak kiln yang diputar langsung oleh motor penggerak dengan cara mengubah torsi dan kecepatan.
2. Pada kasus kegagalan yang terjadi pada roda gigi *gear box* kiln ini disebabkan oleh *misslignment* kedudukan poros roda gigi atau dengan kata lain kasus ini terjadi dikarenakan adanya kesalahan pada fabrikasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Frost, A Dan Ashby, M.F. 1982. *Deformation Mechanism Maps*. Pergamon Press.
2. Lawrence H. Van Vlack, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Erlangga 1989.
3. Parker, E. Dan Colombo, U. (ed). 1973. *The Science of Material Used in Advanced Teachnology*, Wiley Interscience.
4. William F. Smith, *Principle of Materials Science and Engineering*.