



## ***Install Additional Low-Pressure Pump pada 362-LQ1 untuk Meningkatkan Flow Lubricant pada Gearbox 362- RM1***

Johandi Wisnu Prasetya<sup>1)</sup>, Dianta Mustofa<sup>2)</sup>, dan Arif Suryono<sup>3)</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425,

<sup>3</sup>Maintenance Department, PT Solusi Bangun Indonesia, Jl. Ir. H. Juanda P.O Box 272, Cilacap 53234

---

### **Abstrak**

Temperatur tinggi pada gearbox yang dapat menimbulkan kerusakan fatal. Belakangan ini sensor sistem mendeteksi temperature yang cukup tinggi pada bearing reducer mill, mendekati batas maksimal suhu yang dapat ditolerir bearing pada umumnya yaitu 80°C. Dikhawatirkan flow dan pressure low pressure pump 362-LQ1 drop. Sehingga dapat membahayakan gearbox jika tidak segera diatasi. Berdasarkan report dalog pressure drop pernah terjadi pada bulan mei tahun 2020, ini disebabkan karena pompa utama low pressure sudah kehilangan efisiensinya. Pompa tersebut sudah kehilangan efisiensinya sejak lama. Namun, masih bisa dioptimalkan dengan penambahan spring pada pressure relief. Pada momen tersebutlah pompa mengalami pressure drop dan sudah tidak dapat dioptimalkan sehingga efisiensinya berkurang. Karena efisiensi pompa yang menurun, secara otomatis flow dan pressure mengalami penurunan juga. Hal ini dapat menyebabkan tipisnya lapisan oil film. Masalah ini dapat diatasi dengan mengganti pompa dengan spesifikasi yang lebih tinggi, atau bisa juga dengan pemasangan pompa tambahan yang bertujuan untuk meningkatkan flow dan pressure. Dengan pemasangan pompa tambahan selain biaya yang lebih murah, terbukti juga dapat menaikkan flow dan pressure system lubrikasi sehingga temperatur dapat terkendali.

**Kata kunci:** *temperature, pompa, flow, pressure, gearbox*

### **Abstract**

High temperature in the gearbox which can cause fatal damage. Recently the sensor detects a fairly high temperature at the bearing damper factory, approaching the maximum temperature limit that can be tolerated by a bearing in general, which is 80°C. It is feared that the flow and pressure of the 362-LQ1 low pressure pump drop. So that it can harm the gearbox if not addressed immediately. Based on the report of a decrease in dalog pressure that occurred in May 2020, this was because the main pump had lost its efficiency. The pump has lost its efficiency long ago. However, it can still be optimized by adding a spring to the pressure reliever. At that time the pump experienced a pressure drop and could not be optimized so that its efficiency was reduced. Due to the reduced efficiency of the pump, the flow and pressure automatically decrease as well. This can cause a thin layer of oil film. This problem can be overcome by replacing the pump with a higher specification, or it can be by installing an additional pump that aims to increase the flow and pressure. With the installation of additional pumps in addition to lower costs, it is also proven to be able to increase the flow and lubrication of the pressure system so that the temperature can be controlled.

**Keywords:** *vertical roller mill, gearbox reducer, lubrication, pump, flow.*

## 1. PENDAHULUAN

Industri semen saat ini menjadi sektor yang berperan penting dalam pembangunan ekonomi daerah dan negara. Industri semen, dalam proses grinding material merupakan proses yang sangat penting. VRM (Vertical Roller Mill) merupakan mesin penggiling (rawmill) yang berperan penting dalam proses awal dalam penghalusan material di perusahaan semen pada umumnya.

Vertical roller mill jenis Loesche Mill merupakan roller mills yang banyak digunakan untuk melakukan penggilingan di rawmill dengan kapasitas nominal rata-rata 250 ton/jam dengan daya motor 1500 KW, sehingga kebutuhan umpan rata-rata dari mill ini 6000 ton/hari. Vertical Roller Mill adalah sejenis mesin penggiling dan pengering material yang mendapat hot gas dari rotary kiln. Prinsip kerja roller mills berdasar pada 2 hingga 4 grinding rollers dengan poros yang berada pada rocker arms dan bergerak secara horizontal pada grinding table. Material terpecah hingga menjadi ukuran yang sangat kecil dikarenakan terkena tekanan dari roller mill dan grinding table yang berputar.

Grinding table terhubung oleh drive, yang menyebabkan grinding table dapat berputar. Drive merupakan equipment yang terdiri dari motor dan gearbox. Gearbox mill atau yang biasa disebut juga reducer mill merupakan komponen yang sangat krusial, sehingga perlu perhatian yang khusus seperti pelumasan pada equipment. Dengan terlumasinya komponen-komponen mesin, maka hal ini dapat mengurangi friction antar dua komponen yang bersinggungan. Sehingga, keausan komponen mesin dapat dihindari. PT Solusi Bangun Indonesia menggunakan Pertamina Masri FLG 320 sebagai pelumas roda-roda gigi pada gearbox. Pelumas Masri FLG series telah memenuhi standar Flender revision 13 (terdiri dari DIN 51517 Part 3, AIST 224, dan AGMA 9005-E02 (EP)), sehingga pelumas ini direkomendasikan untuk pelumasan roda gigi flender ataupun aplikasi lainnya yang membutuhkan kemampuan mencegah

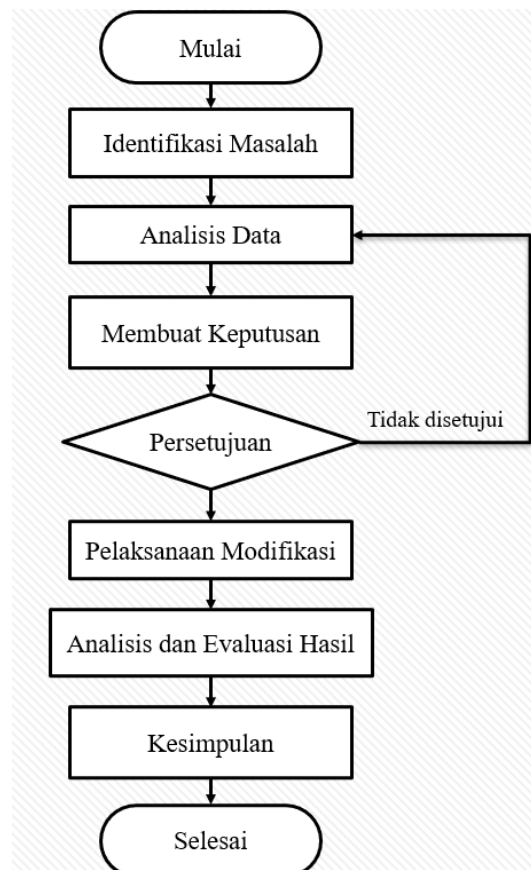
micropitting yang baik. Pelumas ini, baik dalam menjaga kestabilan thermal roda-roda gigi dan bearing khususnya trush bearing dan roda gigi gearbox raw mill

Temperature tinggi pada gearbox yang dapat menimbulkan kerusakan fatal. Belakangan ini sensor sistem dalog mendeteksi temperature yang cukup tinggi pada bearing reducer mill, mendekati batas maksimal suhu yang dapat ditolerir bearing pada umumnya yaitu 80°C.

Tujuan dari penulisan makalah ini adalah :

Modifikasi Install Additional Pump dan Heat Exchanger pada 362-LQ1 lubrikasi sistem Gearbox Reducer Vertical Roller Mill.

## 2. METODE



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Penjelasan masing-masing langkah dalam bagan metode pelaksanaan tugas akhir diatas adalah sebagai berikut:

### A. Mulai

Tugas akhir dapat dimulai setelah judul dan proposal telah disusun dan disetujui oleh dosen..

### B. Identifikasi Masalah

Melakukan identifikasi masalah high temperature yang terjadi pada reducer raw mill, dengan melakukan pengecekan langsung dilapangan. Serta dilakukan diskusi dengan karyawan yang terkait dengan masalah yang terjadi. Pengambilan data juga dilakukan dari objek yang sedang diidentifikasi.

### C. Analisis Data

Pengolahan data dari permasalahan yang terjadi sehingga didapatkan peningkatan kinerja dari equipment tersebut. Sehingga masalah tersebut tidak terjadi kembali.

### D. Pengambilan Keputusan

Pengambilan keputusan dilakukan dengan perencanaan serta memperhatikan benefit yang didapatkan.

#### E. Persetujuan

Tahap ini merupakan tahap diskusi pemilik area (produksi), leader mekanik, superintendent hydraulic, lubricant, and pneumatic. Jika solusi yang dikemukakan tidak mendapatkan persetujuan, maka kembali dilakukan Analisa data untuk mengurangi kemungkinan rework pada saat pengerjaan, jika disetujui maka dapat berlanjut ke tahap pelaksanaan modifikasi.

#### F. Pelaksanaan Modifikasi

Pada tahap pelaksanaan modifikasi dilakukan penambahan flow dan pressure pada oli supply lubrikasi dengan pemasangan additional pump, juga melakukan pemasangan heat exchanger Hydac H172 bertujuan untuk pengoptimalan pendinginan pada oli lubrikasi. Pekerjaan ini melibatkan karyawan, pekerja kontraktor, siswa EVE program dan diawasi oleh superintendent Hydraulic, Lubricant, and Pneumatic PT Solusi Bangun Indonesia..

#### G. Analisis dan Evaluasi Hasil

Tahap analisis dan evaluasi merupakan tahap untuk melakukan pengamatan, seperti pemantauan suhu, flow, dan pressure pada sistem lubrikasi equipment 362-LQ1. Setelah dilakukannya proses modifikasi terhadap equipment tersebut. Jika setelah dilakukan evaluasi didapati temperature lubrikasi gearbox menurun, flow dan pressure meningkat maka modifikasi equipment 362-LQ1 dinyatakan berhasil.

#### H. Kesimpulan

Mahasiswa yang dikatakan lulus apabila nilai tugas akhir memenuhi syarat dan persyaratan lainnya telah terpenuhi.

#### I. Selesai

Tugas Akhir ini dikatakan selesai apabila laporan tugas akhir telah disusun, sidang tugas akhir telah dilakukan, nilai tugas akhir yang didapatkan memenuhi syarat, dan laporan tugas akhir telah direvisi

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Identifikasi Masalah



Gambar 2 Temperatur Bearing Reducer Mill

Dari data diatas diambil pada 30 Januari 2022 dan 20 Februari 2022 sebelum modifikasi dilakukan. Diketahui bahwa temperatur thrust bearing berkisar antara 75-77°C, temperatur bearing 151 berkisar 91°C, temperatur tangki 362-LQ1 berkisar 55°C, dan pressure jalur low pressure berkisar 2,7 bar.

## 2. Sebelum Dilakukannya Modifikasi

Sebelum modifikasi dilakukan, flow meter pada jalur low pressure menunjuk angka 4,3 atau 430 Lpm. Flow low pressure 362-LQ1 merupakan jalur yang berfungsi memberikan pelumasan pada reducer mill bagian atas (thrust bearing) dan bawah (gear dan bearing lainnya).



Gambar 3 Flow Atas Jalur Low Pressure



Gambar 4 Temperatur Sebelum dan Sesudah Heat Exchanger

Temperature oli pelumas pada 362-LQ1 sebelum modifikasi dijelaskan pada gambar diatas yang merupakan data yang diambil pada 8 April 2022. Dimana temperature sebelum heat exchanger 54,9°C dan temperature setelah heat exchanger adalah 48,2°C.

## 3. Setelah Dilakukannya Modifikasi

Modifikasi dilakukan selama 16 hari yaitu mulai tanggal 9 Mei 2022 hingga 24 Mei 2022. Setelah modifikasi dilakukan flow low pressure mengalami kenaikan dan flow meter pada jalur low pressure atas menunjuk angka 6,7 atau 670 Lpm. Flow mengalami kenaikan sebesar 240 Lpm.



Gambar 5 Flow Atas Jalur Low Pressure

Flow high pressure 362-LQ1 setelah modifikasi adalah 44,11 Lpm.



Gambar 6 Flow Jalur High Pressure

Pada plate heat exchanger hydac H172 yang baru terpasang mampu menurunkan temperatur hingga 7°C dengan temperatur input oli 40,1°C dan output 33,6°C.

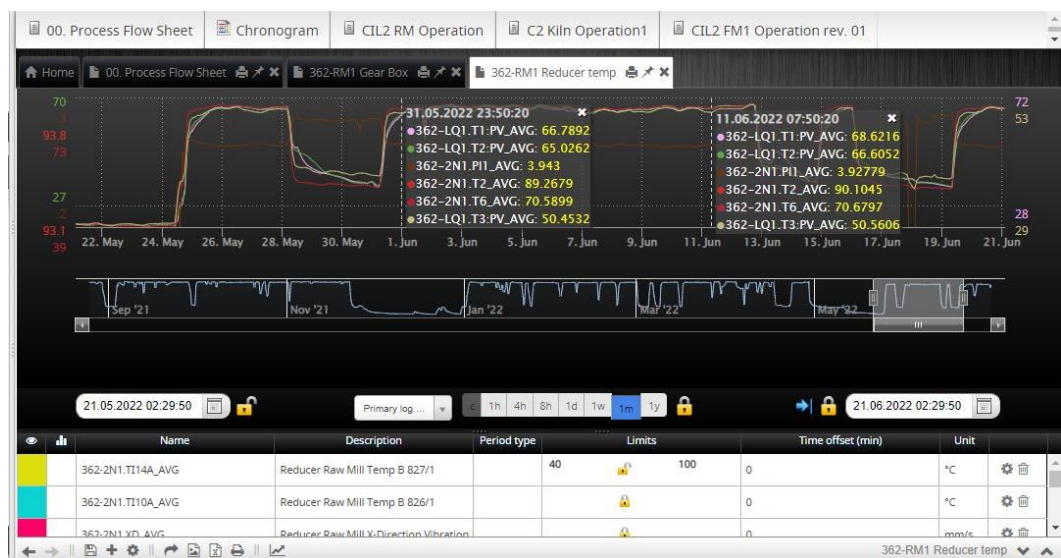


Gambar 7 Temperatur Sebelum dan Sesudah Heat Exchanger Hydac H172

Temperature oli pelumas pada 362-LQ1 setelah modifikasi dijelaskan pada gambar diatas yang merupakan data yang diambil pada 28 Juni 2022. Dimana temperature sebelum heat exchanger adalah 43,7°C dan temperature setelah heat exchanger adalah 41,1°C.



Gambar 8 Temperatur Sebelum dan Sesudah Heat Exchanger



Gambar 9 Temperatur Bearing Reducer Mill Sesudah Modifikasi

Dari data diatas diambil pada 31 Mei 2022 dan 11 Juni 2022 setelah modifikasi dilakukan. Terbukti dengan dipasangnya additional pompa dan heat exchanger, diketahui bahwa temperatur thrust bearing turun hingga berkisar antara 65-68°C, temperatur bearing 151 menjadi 89-90°C, temperatur tangki 362-LQ1 berkisar 50°C, dan mengalami kenaikan pressure hingga 3,9 bar.

Perhitungan sesudah modifikasi:

- Q sebelum modifikasi =  $Mo_2 + Mo_3 + Mo_4$   

$$= (1170+75+443) \text{ Liter/menit}$$

$$= 1688 \text{ Liter/Menit}$$

$$= 0,028 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Kecepatan aliran dalam pipa lubrikasi 362-LQ1

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{0,028 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00920377 \text{ m}^2}$$

$$v = 3,04 \text{ m/s}$$

- Viskositas dinamik

$$\begin{aligned} \text{Kinematic viskositas masri flg 320}(\nu) &= 318,6 \text{ cst} \\ &= 0,0003186 \text{ m}^2/\text{s} \\ \text{Densitas masri flg 320}(\rho) &= 0,8976 \text{ kg/l} \\ &= 896,7 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Viskositas dinamik}(\mu) &= \nu \times \rho \\ &= 0,285 \text{ kg/ms} \end{aligned}$$

- Bilangan Reynolds

$$\begin{aligned} N_{re} &= \frac{\rho \times D \times V}{\mu} \\ N_{re} &= \frac{896,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,108 \text{ m} \times 3,04 \text{ m/s}}{0,285 \text{ kg/ms}} \\ N_{re} &= 1032,9 \end{aligned}$$

Nilai bilangan Reynolds 1032,9 nilai ini kurang dari 2300, artinya aliran bersifat laminar.

- Bilangan Prandtl

$$\begin{aligned} N_{pr} &= \frac{\mu \times C_p}{k} \\ N_{pr} &= \frac{0,28568862 \text{ kg/ms} \times 1.951,04 \text{ J/kg}^\circ\text{C}}{0,118 \text{ W/m}^\circ\text{C}} \\ N_{pr} &= 4712,25 \end{aligned}$$

- Bilangan Nusselt

$$\begin{aligned} Nu &= 0,664 \times Re^{0,5} \times Pr^{0,33} \\ Nu &= 0,664 \times 1032,9^{0,5} \times 4712,25^{0,33} \\ Nu &= 0,664 \times 32,387 \times 16,29 \\ Nu &= 350,31 \end{aligned}$$

- Koefisien Perpindahan Panas Konveksi

$$\begin{aligned} h &= \frac{Nu \times k}{D} \\ h &= \frac{350,31 \times 0,118 \text{ W/m}^\circ\text{C}}{0,10828 \text{ m}} \\ h &= 382,74 \text{ W/m}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

- Laju Perpindahan Panas Konveksi

$$\begin{aligned} Q &= h \times D \times (T_2 - T_1) \\ Q &= 382,74 \text{ W/m}^\circ\text{C} \times 0,10828 \text{ m} \times (48,7^\circ\text{C} - 44,7^\circ\text{C}) \\ Q &= 165,34 \text{ Watt/m} \end{aligned}$$

#### 4. Perhitungan Heat Load Heat Exchanger

Diketahui :

$$\begin{aligned} T_{in} &= 40,1^\circ\text{C} \\ T_{out} &= 33,6^\circ\text{C} \\ \Delta T &= 40,1^\circ\text{C} - 33,6^\circ\text{C} \\ &= 6,5^\circ\text{C} \\ C_{oil} &= 1951,04 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \\ &= 1,951 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \rho_{oil} &= 0,8976 \text{ kg/l} \\
 Q &= \text{Mo2} + \text{Mo3} \\
 &= 1245 \text{ Liter/menit} \\
 P_v &= \frac{\Delta T C_{oil} \rho_{oil} Q}{60} \\
 P_v &= \frac{6,5 \times 1,95104 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times 0,8976 \text{ kg/l} \times 1245 \text{ l/min}}{60} \\
 P_v &= 234,07 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

## 5. Perhitungan Pipa

Pipa yang akan digunakan pipa 4" dengan schedule 40 berdasarkan standar ASME B36.10 diperoleh:

$$\begin{aligned}
 \text{Outer diameter} &= 114,3 \text{ mm} \\
 \text{Wall thickness} &= 6,02 \text{ mm} \\
 \text{Inner diameter} &= \text{outer diameter} - \text{wall thickness} \\
 &= 114,3 \text{ mm} - 6,02 \text{ mm} \\
 &= 108,28 \text{ mm} \\
 \text{Luas penampang pipa} &= \frac{1}{4} \times \pi \times (\text{inner diameter})^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (108,28 \text{ mm})^2 \\
 &= 9203,77 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dari project rancang bangun additional bag filter ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Modifikasi yang telah dilakukan terbukti dapat menaikkan flow lubrikasi pada gearbox rawmill menjadi 670 Liter/menit dan pressure mengalami kenaikan menjadi 3,9 bar. Dengan semakin optimalnya sistem lubrikasi gearbox rawmill, friction dan keausan pada komponen gearbox rawmill dapat dihindari.
- 2) Temperature pada reducer gearbox rawmill terbukti mengalami penurunan setelah dilakukannya modifikasi. Temperature thrust bearing berkurang  $\pm 10^\circ\text{C}$  (dari  $75^\circ\text{C}$  menjadi  $65^\circ\text{C}$ ), temperature oli di dalam tangki 362-LQ1 berkurang  $\pm 5^\circ\text{C}$  (dari  $55^\circ\text{C}$  menjadi  $50^\circ\text{C}$ ), dan temperature pada bearing 151 radial mengalami penurunan  $\pm 2^\circ\text{C}$  (dari  $91^\circ\text{C}$  menjadi  $89^\circ\text{C}$ ).

## REFERENSI

1. Z. E. Derek, P. Tommy, and D. N. Baramuli, "ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA KEUANGAN PADA PERUSAHAAN MANUFAKTUR SUB SEKTOR INDUSTRI SEMEN YANG TERDAFTAR DI BURSA EFEK INDONESIA PERIODE 2011-2016," 2017.
2. Safaruddin, Ahmad Fadilah, and Bayu Saputra, "ANALISIS TENTANG TARGET PENAMBANGAN BATU KAPUR SEBAGAI UMPAN VERTIKAL ROLLER MILL PADA SAAT PROSES PENGGILINGAN BAHAN BAKU SEMEN DI PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO) TBK. OGAN KOMERING ULU, SUMATERA SELATAN," Jurnal Kotamo, vol. 1, 2021.
3. G. J. Pawar and S. J. Mukhopadhyay, "Application of Design Failure Modes and Effect Analysis (DFMEA) to Vertical Roller Mill Gearbox," International Journal of Engineering Research, vol. 4, no. 12, pp. 663–667, Dec. 2015, doi: 10.17950/ijer/v4s12/1207.
4. Dipl.-Ing. Walter H. Duda, Cement Data Book, 3rd ed., vol. 3. French & European Pubns, 1985.

5. TOMY KARUNIA SETIAWAN, “ANALISA KERUSAKAN PADA GEARBOX OVERHEAD CRANE 10 TON DI PT. INKA (Persero) MADIUN DENGAN METODE OIL USED ANALYSIS,” Surabaya, Jul. 2016.
6. R. K. Mobley, L. R. Higgins, and D. J. Wikoff, Maintenance engineering handbook. McGraw-Hill, 2008.
7. Alu Venkat Rao, Kattassery Jose Thomas, Papil Gautam, and Pratik Patel, “Economical & Optimized Procedure of Process Pipe Sizing For Industries Based On Fluid Velocity,” International Journal of Innovative Knowledge Concepts, vol. 6, 2018, [Online]. Available: [www.doie.org](http://www.doie.org)
8. Michael J Neale, The Tribology Handbook, 2nd ed. Elsevier group , 1995.
9. Frank Keith, Raj M Manglik, and Mark S Bohn, PRINCIPLES OF HEAT TRANSFER, 7th ed. Cengage Learning, 2011.
10. David Halliday, Robert Resnick, and Jearl Walker, Fundamentals of Physics Extended, 10th ed. Wiley, 2013.
11. Kuppan Thulukkanam, HEAT EXCHANGER DESIGN HANDBOOK. CRC Press, 2000.