

# MODIFIKASI PADA *EQUIPMENT INTERMEDIATE SHAFT COOLER* DI AREA 473-GQ1

Muhammad Irfansyah<sup>1\*</sup>, Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra<sup>1</sup>, Sudihartoyo<sup>2</sup>,  
dan Ahmad Hanijan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin – EVE, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

<sup>2</sup>Departemen Maintenance RMK NAR 1, PT Solusi Bangun Indonesia Tbk Narogong Plant

---

## Abstrak

*Clinker cooler adalah alat yang berfungsi sebagai pendingin material (clinker) yang keluar dari kiln. Salah satu bagian di cooler adalah Intermediate Shaft yang berfungsi untuk membuat grate cooler berjalan dengan smooth (halus). Masalah yang akan dikaji pada penelitian ini mengenai sering rusaknya intermediate shaft cooler di grate cooler 473-GQ1. Intermediate shaft cooler ini merupakan salah satu komponen dari Grate Cooler RMK NAR 1. Kerusakan terjadi pada intermediate shaft cooler di tahun 2021 sebanyak 3x kerusakan terkait seal intermediate shaft cooler 473-GQ1. Oleh karena ada masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengurangi tingkat kerusakan pada intermediate shaft cooler di 473-GQ1 dan mengetahui kondisi setelah dilakukan modifikasi pada intermediate shaft cooler. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan modifikasi pada equipment intermediate shaft cooler 473-GQ1. Dengan dilakukannya modifikasi ini didapatkan hasil bahwa berkurangnya tingkat kerusakan pada intermediate shaft cooler dengan tidak ditemukannya kembali kerusakan yang sama setelah modifikasi. Maka, modifikasi yang dilakukan ini mendapatkan hasil yang diharapkan dan membantu terjaganya operasional pabrik dengan baik tanpa terganggu akibat dari permasalahan yang terjadi pada intermediate shaft cooler 473-GQ1*

*Kata-kata kunci: Grate Cooler, Intermediate Shaft Cooler, Equipment Intermediate Shaft Cooler*

## Abstract

*Clinker cooler is a device that functions as a cooling material (clinker) that comes out of the kiln. One part of the cooler is the Intermediate Shaft which functions to make the grate cooler run smoothly. The problem that will be studied in this study is the frequent breakdown of the intermediate shaft cooler in the 473-GQ1 grate cooler. This intermediate shaft cooler is one of the components of the RMK NAR 1 Grate Cooler. Damage occurred to the intermediate shaft cooler in 2021 as much as 3 times the damage related to the 473-GQ1 intermediate shaft cooler seal. Because of these problems, this study aims to reduce the level of damage to the intermediate shaft cooler in the 473-GQ1 and determine the condition after modifications to the intermediate shaft cooler. This research was conducted by modifying the equipment intermediate shaft cooler 473-GQ1. With this modification, it was found that the level of damage to the intermediate shaft cooler was reduced by not finding the same damage after the modification. Thus, this modification has achieved the expected results and helps to maintain good factory operations without being disturbed due to problems that occur in the 473-GQ1 intermediate shaft cooler.*

*Keywords: Grate Cooler, Intermediate Shaft Cooler, Equipment Intermediate Shaft Cooler*

---

\* Corresponding author E-mail address: nome.cogname@mesin.pnj.ac.id

## 1. PENDAHULUAN

*Intermediate Shaft* yang di gunakan secara terus menerus tentunya dapat menimbulkan masalah, baik masalah pada komponen equipment itu sendiri maupun masalah yang ditimbulkan dari kinerja *equipment* yang kurang optimal. Salah satu masalah yang terjadi cooler 473-GQ1 adalah kerusakan pada *seal intermediate shaft cooler* yang berakibat pada kerusakan alat lain yaitu *seal* dan *bearing*, seperti terlihat pada gambar 1 dan gambar 2 dibawah ini.



Gambar 1 Kerusakan pada packing gland



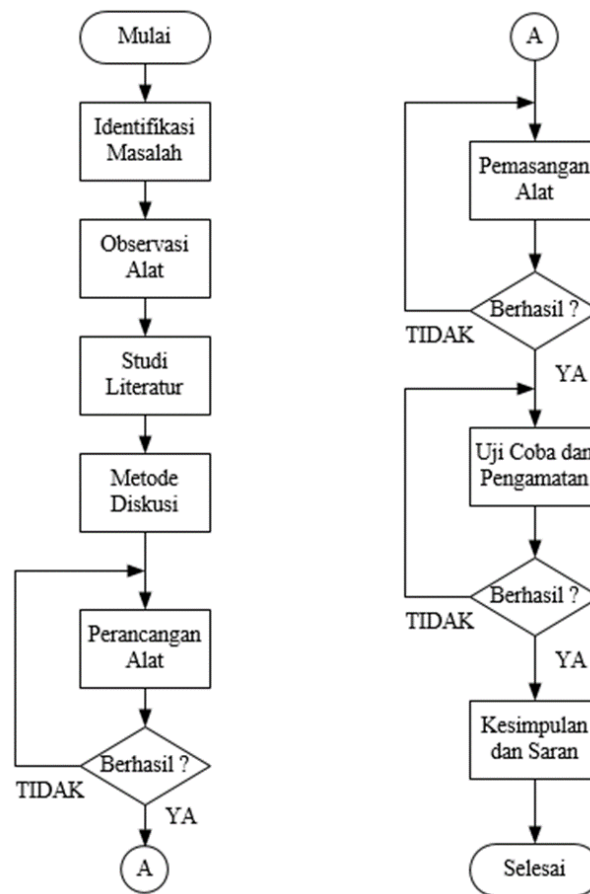
Gambar 2 Kerusakan pada bearing

Dampak yang ditimbulkan dari kerusakan tersebut diantaranya adalah dampak terhadap *maintenance* dan dampak terhadap proses produksi. Dampak kerusakan *intermediate shaft cooler* terhadap *maintenance* adalah biaya *maintenance* yang tinggi karena harus mengganti beberapa komponen yang mengalami kerusakan seperti yang ditunjukkan oleh data berikut yaitu pada tanggal 7 April 2019 ada penggantian *pillow block & bearing intermediate seal*, lalu pada tanggal 15 Agustus 2019 ada penggantian *seal intermediate shaft*, pada tanggal 28 Januari 2020 ada *repair machining mechanical seal*, lalu pada tanggal 26 Oktober 2020 ada *replace machining seal intermediate*, pada tanggal 8 Februari 2021 *replace intermediate seal*, lalu pada tanggal 17 Mei 2021 *replace seal intermediate* dan pada tanggal 23 Desember 2021 *fab mechanical seal & kaca mata*.

Dampak kerusakan *intermediate* terhadap proses produksi adalah terjadinya gangguan pada proses produksi semen yang mana jika alat tersebut rusak maka diperlukan *kiln stop* untuk mengganti alat-alat tersebut.

Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan dari atas adalah dengan modifikasi pada *seal intermediate shaft cooler* modifikasi yang di lakukan adalah dengan melakukan *improvement* yaitu dengan menambahkan proteksi pada *mechanical sealnya* agar menghindarkan dari kebocoran dan kerusakan pada *seal* dan *bearing intermediate shaft* tersebut.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3 Metodologi

### PENJELASAN DIAGRAM ALIR

#### Identifikasi Masalah

Pada metode ini dilakukan identifikasi pada *seal intermediate shaft cooler* dan *mechanical seal*nya untuk mengetahui permasalahan yang terjadi, mulai dari penyebab hingga dampak yang ditimbulkan.

#### Observasi Alat

Dilakukan untuk mengetahui kondisi terbaru dari *seal intermediate shaft cooler* dan *mechanical seal*nya termasuk cara kerja, mekanisme alat, serta posisi masing-masing alat.

#### Studi Literatur

Dilakukan dengan mencari dan mempelajari informasi tentang sistem kerja alat, proses dan juga mekanisme pada *grate cooler* [1][2][3], alat *seal intermediate shaft cooler*[4], *mechanical seal*[5], jenis-jenis bearing[6][7], jenis-jenis pelat[8], perhitungan-perhitungan tentang penentuan *material* dan *design*[9] yang terkait dengan masalah tersebut baik itu dari buku, jurnal, data spesifikasi, manual book, dan internet.

#### Metode Diskusi

Berdiskusi dengan pembimbing lapangan (*Mechanical Technical* RM-KL NAR 1), Produksi RM-KL NAR 1, *Process Engineer*, dan pihak lainnya serta Dosen untuk mendapatkan arahan serta saran dalam menangani permasalahan tersebut.

## Perancangan

Pada metode ini dilakukan perancangan modifikasi alat, kebutuhan alat & bahan, dan perencanaan untuk pemasangan alat modifikasi. Perancangan yang dilakukan diantaranya adalah dengan pemilihan bahan protektor yang dilakukan dengan klasifikasi tertentu seperti material yang tahan terhadap tekanan angin yang ada di antara 473-FA1 sampai 473-FA9, kekerasan material, kekuatan terhadap abrasivitas, dan kemudahan dalam pengelasannya, lalu tebal pengelasan, elektroda yang digunakan, dan sebagainya.

## Modifikasi Alat

Pada tahap ini, dilakukan modifikasi sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Modifikasi yang dilakukan adalah dengan membuat protektor pada *seal intermediate shaft cooler* untuk mengatasi tekanan angin yang masuk atau menusuk ke *seal intermediate shaft cooler* sehingga membuat equipment seperti *bearing, seal, packing gland*, dan *equipment* lainnya rusak.

## Uji Coba dan Pengamatan Alat

Pada tahap ini, dilakukan uji coba terhadap alat yang telah dimodifikasi dan melakukan pengamatan apakah alat sudah berjalan dengan baik atau belum. Uji coba yang dilakukan adalah dengan memasang protektor tersebut pada *intermediate shaft cooler* lalu dilakukan pengamatan selama 6 bulan, jika selama 6 bulan tersebut tidak ada kerusakan pada *seal intermediate shaft cooler* maka di lakukan lagi pengamatan sampai dengan 1 tahun jika dalam 1 tahun tidak ada lagi kerusakan lagi maka modifikasi yang dilakukan dinyatakan berhasil karena tidak ada proses *kiln stop* dan penggantian *seal, bearing* dan *equipment* lain pada *seal intermediate shaft cooler* sehingga membuat penghematan pada *maintenance* dan *production costnya*.

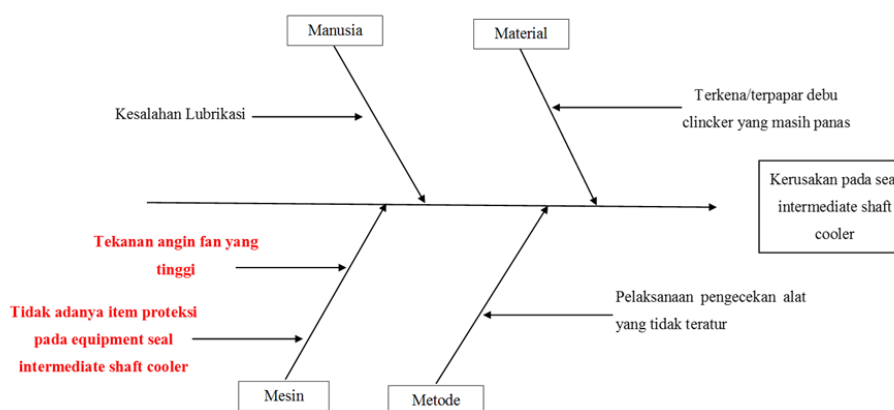
## 3. PEMBAHASAN DAN HASIL

### Root Cause Failure Analysis

RCFA adalah metode pemecahan masalah menggunakan cara *step by step* dalam mengungkap penyebab dasar dari suatu kegagalan atau kerusakan. Metode RCFA bersifat reaktif karena hanya bisa dilakukan ketika suatu sistem atau peralatan sudah mengalami kerusakan.

Tujuan RCFA adalah untuk menyelesaikan masalah yang mempengaruhi kinerja pabrik. Seharusnya ini tidak menjadi upaya untuk menyalahkan orang atas insiden tersebut. Ini harus dipahami dengan jelas oleh tim penyelidik dan mereka yang terlibat dalam proses tersebut.

Penyebab utama yang harus dianalisis adalah *Man, Methode, Material, Machine*. Dari keempat penyebab utama inilah penulis menggali lebih dalam lagi akar permasalahannya.



Gambar 4 Root Cause Analysis Fishbone

Diagram tersebut didapatkan setelah menganalisis dan memberikan wawancara terhadap karyawan terkait dan dari diagram tersebut didapatkan bahwa dari faktor manusianya ialah kesalahan pada lubrikasi, dari materialnya ialah terkena paparan debu klinker yang masih panas, dari faktor mesin ialah tekanan angin dari 473-FA1 – 473-FA9 yang tinggi dan tidak adanya item proteksi pada equipment *seal intermediate shaft cooler*,

dan dari faktor metodenya ialah pelaksanaan pengecekan alat yang tidak teratur. Dan setelah dilakukan beberapa analisis dan wawancara dari karyawan penulis menghighlight dari segi mesin yaitu tekanan angin yang tinggi dan tidak adanya item proteksi pada alat karena dalam beberapa tahun terakhir kerusakan selalu diakibatkan oleh tekanan angin yang tinggi yaitu 200 Mpa – 480 Mpa seperti data pada tabel berikut :

Tabel 1 Tabel Data FAN 473-FA1 - 473-FA9

473-FA1	473-FA2	473-FA3	473-FA4	473-FA5	473-FA6	473-FA7	473-FA8	473-FA9
475 Mpa	440 Mpa	410 Mpa	375 Mpa	340 Mpa	280 Mpa	270 Mpa	235 Mpa	200 Mpa

Tekanan angin tersebut menembus sela-sela pada *intermediate shaft* yang mana membuat kerusakan pada *seal, bearing dan equipment* lain pada *seal intermediate* tersebut, bisa dilihat dari data SAP 473-GQ1 yang ada di PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk, sebagai berikut :

Tabel 2 Tabel Data SAP Area 473-GQ1

Bas. start	Order	Notification Order	Functional Loc.	Cost Center	Description	System status	Actual finish	Basic fin. date	
20190407	PM01	1001369818	150001288036	NR.473-GQ1	40110	473-GQ1 Replace Pillow block & Bearing Intermediate seal	TECO CNF CSER GMPS PRC SETC	13:53:57	07/04/2019
20190815	PM01	1001405035	150001309114	NR.473-GQ1	40110	473-GQ1 Replace Seal Intermediate Shaft	TECO CNF PRT GMPS MACM PRC	16:00:00	16/08/2019
20200128	PM01	1001430164	150001327196	NR.473-GQ1	40110	M1 473-GQ1 Repair Machining mech seal	TECO CNF NMAT PRC SETC	07:54:29	31/01/2020
20201026	PM01	1001468635	150001354028	NR.473-GQ1	40110	M1 473-GQ1 Replace mechanical seal Intermediate	TECO CNF NMAT PRC SETC	09:14:13	30/10/2020
20210208	PM01	1001297062	150001238452	NR.473-GQ1	40110	M1 473-GQ1 Replace intermediate seal	TECO CNF NMAT PRC SETC	16:51:49	11/02/2021
20210517	PM01	1001495864	150001372955	NR.473-GQ1	40110	M1 473-GQ1 Replace Seal Intermediate	TECO CNF NMAT PRC SETC	11:29:30	21/05/2021
20211223	PM01	1001529449	150001397349	NR.473-GQ1	40110	M1 473-GQ1 Fab Mech Seal & Kaca Mata	TECO CNF PRT GMPS MSPT PRC	S:09:36:35	24/12/2021

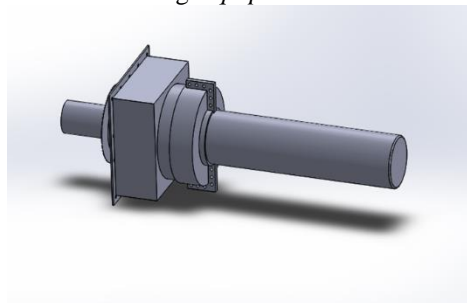
## Solusi untuk RCA

Setelah dilakukan RCFA dan ditemukan akar penyebab permasalahannya, beberapa solusi dapat di aplikasikan untuk mengatasi permasalahan tersebut, yaitu:

- Memodifikasi *seal intermediate shaft cooler* dengan menambahkan protektor pada *seal intermediate shaft cooler*. Modifikasi tersebut harus dilakukan guna mengatasi masalah pada tekanan angin fan yang tinggi tersebut karena pada design awal pada *seal intermediate shaft cooler* tidak ada protektornya sehingga menyebabkan tekanan angin masuk menusuk ke *seal* tersebut membuat *seal* bocor, *bearing* rusak dan *packing gland* rusak.

## Design awal Seal Intermediate Shaft Cooler

Dan berikut merupakan gambar *design* awal sebelum modifikasi *assembly* dari *seal intermediate shaft cooler* pada design awal ini ada beberapa part diantaranya *outer back-up plate, seal retainer collar, seal retainer collar (matched pairs), lantern ring, inner housing seal, seal retainer collar, seal retainer collar (mathed pairs), inner labirin seal, outer labirin seal, dust seal*. Sebelumnya proteksinya hanya sebatas *outer labirin seal* namun belum cukup untuk melindungi *equipment seal intermediate shaft cooler* :



Gambar 5 Design awal intermediate shaft cooler

### Analisis Pemilihan Material Modifikasi

Berdasarkan spesifikasi data tekanan angin yang di dapatkan dari *manual book 473-GQ1 (grate cooler)* yang menyebutkan bahwa tekanan angin pada *undergrate* dari 473-FA1 – 473-FA9 pada tabel 1 dapat diubah dari Mpa to N/mm<sup>2</sup>.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Mpa} &= 1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\
 \text{FA1} &= 475 \text{ Mpa} = 475 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\
 \text{FA2} &= 440 \text{ Mpa} = 440 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\
 \text{FA3} &= 410 \text{ Mpa} = 410 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\
 \text{FA4} &= 375 \text{ Mpa} = 375 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\
 \text{FA5} &= 340 \text{ Mpa} = 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\
 \text{FA6} &= 280 \text{ Mpa} = 280 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\
 \text{FA7} &= 270 \text{ Mpa} = 270 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\
 \text{FA8} &= 235 \text{ Mpa} = 235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\
 \text{FA9} &= 510 \text{ Mpa} = 510 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan data tersebut *material plate* yang cocok untuk modifikasi menurut buku *mechanical and metal trades handbook* ialah steel plate dengan tipe S235JR yang memiliki ketahanan terhadap tekanan angin sebesar 340 Mpa – 480 Mpa dan memiliki *tensile strength* sebesar 340 N/mm<sup>2</sup> – 480 N/mm<sup>2</sup>.

### Analisis Ketebalan Plate

Untuk perhitungan ketebalan plat dihitung dari lebar leher las sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 D &= 220 \text{ mm} \\
 l &= \phi \times D = 3,14 \times 220 \text{ mm} = 691,15 \text{ mm} \\
 l_{eff} &= 691,15 - 12,5 = 678,65 \text{ mm} \\
 A &= t \times \pi D = 0,707s \times \pi \times 220 = 488,64 \text{ s mm}^2
 \end{aligned}$$

Dari data spesifikasi di RD-718 dinyatakan bahwa RD-718 memiliki *tensile strength minimum* ialah 490 N/mm<sup>2</sup> dan disini saya menetapkan *safety factornya* itu 5 maka tegangan ijinnya adalah

$$\begin{aligned}
 \tau &= \frac{490 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{2} = \frac{245 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{s} \\
 \tau \text{ ijin} &= \frac{245 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{5} = 49 \text{ N/mm}^2 \\
 \tau &= \frac{P}{A} \\
 P &= 245 * 488,64 = 119717,61 \text{ N} \\
 M &= P \times e = 119717,61 \times 237 = 28373074,45 \text{ Nmm} \\
 Z &= \frac{s \times l^2}{4,242} = \frac{s \times 678,6503838^2}{4,242} = 108572,924 \text{ s mm}^3 \\
 \sigma_b &= \frac{M}{Z} = \frac{28373074,45}{108572,924 \text{ s}} = \frac{262,05}{s} \text{ N/mm}^2 \\
 \tau_{max} &= \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_b)^2 + 4\tau^2} = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{262,05}{s}\right)^2 + 4\left(\frac{245}{s}\right)^2} = \frac{277,65}{s} \\
 61,25 &= \frac{277,65}{s} \\
 s &= \frac{277,65}{61,25} = 4,51 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jadi ukuran tebal leher las dalam milimeter (s) yang dibutuhkan adalah senilai 4,51 mm dibulatkan menjadi 5 mm maka jika tebal las minimumnya 5 mm, tebal plat yang di rekomendasikan adala 6-8 mm seperti gambar sebagai berikut :

**Tabel 1. Rekomendasi Ukuran Las Minimum**

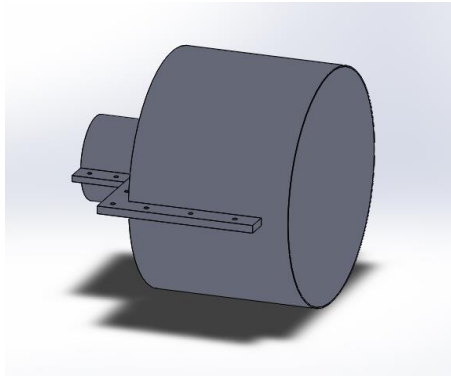
Tebal plat (mm)	Ukuran las minimm (mm)
3 – 5	3
6 – 8	5
10 – 16	6
18 – 24	10
26 – 58	14
> 58	20

Gambar 6 Tabel rekomendasi ukuran las minimum

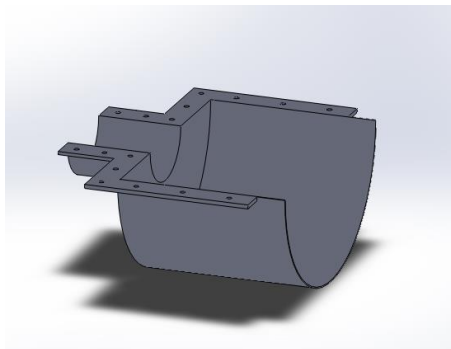
Untuk modifikasi ini pelat yang diperlukan ialah *steel plate* dengan tipe S235JR dengan tebal 6 mm.

### Design Modifikasi

Modifikasi yang dibuat untuk *equipment Intermediate Shaft Cooler 473-GQ1* adalah dengan menambahkan protektor pada equipment tersebut agar menghindarkan dari kebocoran dan kerusakan pada *seal* dan *bearing intermediate shaft* tersebut. Berikut pada gambar 8 merupakan *design* dari protektor *Intermediate shaft cooler* tersebut :



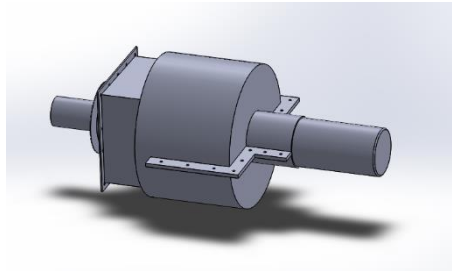
Gambar 7 Design modifikasi



### Intermediate setelah modifikasi

Berikut pada gambar 9 merupakan gambar dari *intermediate shaft cooler* yang telah di modifikasi :





Gambar 8 Intermediate setelah modifikasi

## Monitoring Pemasangan

Pemasangan dimulai pada bulan Januari 2022 untuk *intermediate shaft cooler*. Terakhir terjadi kerusakan pada *intermediate shaft cooler* berdasarkan data SAP adalah pada tanggal 24 Desember 2021. Monitoring dilakukan saat waktu senggang. monitoring ini tidak dilakukan secara berkala, pengecekan di lakukan dengan melihat kondisi dari *pillow block*, kondisi *shaft* dan *bearing* apakah ada masalah atau tidak.

Monitoring yang dilakukan yang terjadwal adalah ketika adanya PM (*preventive maintenance*). Pengecekan yang dilakukan saat unit mesin mati. Sama halnya dengan pengecekan biasanya memiliki beberapa hal yang perlu di cek yaitu kenormalan dari *shaft*, *pillow block*, *bearing*, *seal* dan lubrikasinya dan tidak adanya keausan pada *shaft*.

Selama monitoring tersebut, tidak ditemukannya permasalahan yang terjadi pada komponen *intermediate shaft cooler* selama kurun waktu dimulai dari bulan Januari 2022 – Juli 2022. Monitoring yang saya lakukan dalam kurun waktu 6-7 bulan ini kesimpulannya belum ada kerusakan lagi yang terjadi pada *intermediate shaft cooler*. Didukung dengan tabel 3 data SAP sebagai berikut :

Tabel 3 Data SAP setelah modifikasi

20220119	PM01	1001530939	150001399083	NR.473-GQ1	40110	W4 OH22 473-GQ1 Install Scaff Area Cooler	TECO CNF GMPS NMAT PRC SETC	16:33:07	23/02/2022
20220119	PM01	1001510683	150001384901	NR.473-GQ1	40110	M1 OH22 473-FA3 Repl. Impeller & Serv. Unit	TECO CNF CSER GMPS PPRT PRC SETC	16:00:00	21/01/2022
20220119	PM01	1001495248	150001381523	NR.473-GQ1	40110	M1 OH22 473-GQ1 Overhaul Cooler Nar1	TECO CNF PRT CSER GMPS PRC SETC	16:03:34	04/02/2022
20220119	PM01	1001469972	150001356277	NR.473-GQ1	40110	E1 OH22 473-GQ1 Install Lampu Cooler	TECO CNF GMPS MACM PPRT PRC SETC	16:00:00	19/01/2022
20220123	PM01	1001514980	150001395118	NR.473-GQ1	40110	M1 OH22 473-FA7 Repl. BRG & Serv. Unit	TECO CNF GMPS PPRT PRC SETC	16:00:00	23/01/2022
20220123	PM01	1001516976	150001388136	NR.473-GQ1	40110	M1 OH22 473-FV1*K Serv. Tiping Valve Unit	TECO CNF GMPS PPRT PRC SETC	16:00:00	23/01/2022
20220123	PM01	1001522956	150001392583	NR.473-GQ1	40110	P2 473-FV5 Perbaikan Line Grease	TECO CNF PRT GMPS MACM PRC SETC	16:00:00	24/01/2022
20220124	PM01	1001466533	150001352384	NR.473-GQ1	40110	E1 OH22 473-FA2 Replace Soft Starter	TECO CNF PPRT PRC SETC	16:00:00	24/01/2022
20220124	PM01	1001494110	150001330900	NR.473-GQ1	40110	E1 OH22 473 LD2 Replace actuator	TECO CNF PRT PRC SETC	16:00:00	24/01/2022
20220124	PM01	1001534787	150001400943	NR.473-GQ1	40110	M1 473-DU1 Fabrikasi flexible duck	TECO CNF PRT GMPS PRC SETC	07:46:03	31/01/2022
20220125	PM01	1001515985	150001388817	NR.473-GQ1	40110	M1 OH22 473-FA2 Repl. Pulley, BRG & V-belt	TECO CNF PRT CSER GMPS PRC SETC	16:00:00	28/01/2022
20220125	PM01	1001530579	150001398232	NR.473-GQ1	40110	P2 473-HD1 Sftn Rplce Seal Hyd+Service	RBL CNF GMPS NMAT PRC SETC	16:00:00	27/12/2022
20220125	PM01	1001526719	150001395154	NR.473-GQ1	40110	M1 OH22 473-DU1 Patching Ducting TAD	TECO CNF PRT GMPS PRC SETC	16:00:00	25/01/2022
20220126	PM01	1001478205	150001370675	NR.473-GQ1	40110	M1 OH22 473-DA1 Repl. TAD Damper	TECO CNF PRT GMPS PRC SETC	16:00:00	01/02/2022
20220127	PM01	1001529201	150001397213	NR.473-GQ1	40110	P2 473-FV1 Rplce Hose+Cyl Flaver+Srvce	TECO CNF PRT GMPS MACM PRC SETC	16:00:00	01/02/2022
20220128	PM01	1001529852	150001397533	NR.473-GQ1	40110	P2 473-FVK Rplce Cyl Pneumatic+Srvce	TECO CNF PRT GMPS MACM PRC SETC	15:55:41	28/01/2022
20220128	PM01	1001534176	150001400520	NR.473-GQ1	40110	E1 OH22 473-LD1 Replace Bearing	TECO CNF GMPS PPRT PRC SETC	16:00:00	28/01/2022
20220129	PM01	1001464822	150001351227	NR.473-GQ1	40110	E1 OH22 473-FA5 Repl. Capacitor Control	TECO CNF GMPS PPRT PRC SETC	16:00:00	29/01/2022
20220129	PM01	1001464821	150001351275	NR.473-GQ1	40110	E1 OH22 473-FA6 Repl. Capacitor Control	TECO CNF GMPS PPRT PRC SETC	16:00:00	29/01/2022
20220129	PM01	1001468454	150001375922	NR.473-GQ1	40110	M1 OH22 473-FA8 Repl. Bearing & Serv. Unit	TECO CNF PRT GMPS PRC SETC	16:00:00	29/01/2022
20220129	PM01	1001510919	150001385496	NR.473-GQ1	40110	E1 OH22 473-GQ1 Replace Cable Sensor RTD	TECO CNF CSER GMPS PPRT PRC SETC	16:00:00	29/01/2022
20220129	PM01	1001508008	150001383052	NR.473-GQ1	40110	E1 OH22 473-GQ1 Replace TC & Transmitter	TECO CNF CSER GMPS PPRT PRC SETC	16:00:00	29/01/2022
20220130	PM01	1001510914	150001385491	NR.473-GQ1	40110	E1 OH22 473-FA4 Replace Hold Back	TECO CNF PPRT PRC SETC	16:00:00	30/01/2022
20220130	PM01	1001510688	150001384904	NR.473-GQ1	40110	M1 OH22 473-FA6 Repl. Impeller & Serv. Unit	TECO CNF PRT GMPS PRC SETC	16:00:00	01/02/2022
20220130	PM01	1001507575	150001383049	NR.473-GQ1	40110	E1 OH22 473-FA7 Replace Motor Actuator	TECO CNF PPRT PRC SETC	16:00:00	30/01/2022
20220130	PM01	1001515982	150001395134	NR.473-GQ1	40110	M1 OH22 473-FAA Service Fan Unit	TECO CNF NMAT PRC SETC	16:00:00	30/01/2022

## Saving Cost

Berikut merupakan tabel perhitungan *saving cost* setelah dilakukan modifikasi pada *seal intermediate shaft cooler* :



Tabel 4 Maintenance Cost

Maintenance Cost	
1. Bearing 22228	
1 Bearing	= IDR 6.500.000
12 Bearing	= IDR 78.000.000
2. Packing Gland 58	
1 Meter	= IDR 76.000
1 Seal retainer cooler dibutuhkan 3 potong packing gland dengan panjang 73,67 cm	= 221,01 cm
12 Seal retainer cooler	= 2652,12 cm atau 26,5212 m
Harga packing gland untuk 27 meter	= IDR 2.052.000
3. Cost Man Power	
1 Man power (per day)	= IDR 140.000
3 Man Power	= IDR 420.000
3 Hari Man power	= IDR 1.260.000
Total	= IDR 81.312.000
Kerusakan pada seal intermediate shaft cooler sebanyak 2-3x pertahun	= IDR 243.936.000
<b>Saving cost pertahun 243.936.000 - 81.312.000</b>	<b>= IDR 162.624.000</b>

Tabel Perbandingan Jadi untuk *saving cost* pertahunnya adalah sekitar Rp. 162.624.000,00 (seratus enam puluh dua juta enam ratus dua puluh empat ribu rupiah).


Tabel 5 Production Cost


Kerugian Untuk Kiln Stop	
Produksi untuk kiln N1	=4600 t/d
Kiln stop akibat kerusakan intermediate shaft cooler terjadi dalam minimal 3 hari	=13800
1 sak semen 40 kg	= IDR 50000
13.800.000/40	= 345.000
Total kerugian dalam bentuk rupiah untuk 1 kali kiln stop pada kerusakan seal intermediate shaft cooler	= IDR 17.250.000.000
<b>Kiln stop terjadi 2x-3x dalam setahun akibat seal intermediate shaft cooler</b>	<b>= IDR 51.750.000.000</b>
<b>Saving cost pertahun (tidak ada kiln stop akibat seal intermediate shaft cooler kecuali saat overhaul)</b>	<b>= IDR 51.750.000.000</b>

### Tabel Perbandingan Sebelum dan Sesudah Modifikasi

Berikut merupakan perbandingan antara sebelum dan sesudah modifikasi berdasarkan data SAP dalam table 4 sebagai berikut :

Tabel 6 Perbandingan sebelum dan sesudah modifikasi

Kondisi Sebelum Modifikasi	Kondisi Setelah Modifikasi
Permasalahan terjadi 2x-3x dalam setahun	Belum ada masalah lagi dalam 7 bulan terakhir
<p><i>Bearing</i> sering rusak</p> 	Penggantian <i>bearing</i> hanya satu tahun sekali saat <i>Overhaul</i>

<i>Pillow block</i> rusak	<i>Pillow block</i> belum pernah rusak
<i>Packing seal</i> rusak/bocor 	Belum ada kerusakan atau kebocoran pada <i>packing seal</i> dalam 7 bulan terakhir
Operasional terganggu karena <i>kiln stop</i> akibat <i>Intermediate Shaft Cooler</i>	Belum ada <i>kiln stop</i> dalam 7 bulan terakhir akibat <i>intermediate shaft cooler</i>
<i>Mechanical cost</i> boros akibat penggantian seal, bearing maupun part atau equipment lain pada <i>Intermediate shaft cooler</i>	Hemat <i>mechanical cost</i> karena belum ada masalah yang terjadi di <i>intermediate shaft cooler</i> setelah modifikasi dalam 7 bulan terakhir.

## KESIMPULAN

- *Improvement* yang dilakukan dapat mengatasi masalah di *Intermediate Shaft Cooler* hal ini dibuktikan dengan meningkatnya keberlangsungan proses produksi karena frekuensi *maintenance* untuk alat tersebut berkurang, mengurangi *mechanical cost* untuk alat tersebut dan juga dapat mengurangi frekuensi *maintenance* sehingga dapat mengurangi resiko, tenaga dan fikiran yang harus ditanggung karyawan dalam melakukan perawatan.
- Kondisi setelah pemasangan modifikasi *equipment intermediate shaft cooler* ini tidak ditemukan lagi kerusakan pada *bearing, seal, packing gland, pillow block*, juga tidak lagi ditemukan kebocoran pada sealnya selama periode Januari 2022 – Juli 2022 dan tidak lagi mengganggu operasional pada 473-GQ1 yang berkaitan dengan *Intermediate shaft cooler*.

## REFERENSI

- [1] T. Sopan, “Skripsi analisis sistem pendingin tipe grate cooler nar 2 di pabrik narogong pt. holcim indonesia, tbk.,” 2018.
- [2] H. Haryanto, “KENDALI PROSES GRATE COOLER PLANT 8 GRATE 1, PT. INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA Tbk,” *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 13, no. 1, p. 51, 2017, doi: 10.36055/tjst.v13i1.5847.
- [3] B. Setiyana, “Analisis Unjuk Kerja Grate Clinker Cooler,” *Tek. Kim. ITS*, vol. 9, no., pp. 19–26, 2018, [Online]. Available: <http://digilib.its.ac.id/analisa-perpindahan-panas-proses-pembuatan-clinker-pada-rotary-kiln-dl-pt-semen-gresik-persero-36273.html>.
- [4] M. Di and M. T. Kirana, “ANALISIS KERUSAKAN BEARING INTERMEDIATE SHAFT BERPENGARUH TERHADAP KERJA,” 2021.
- [5] G. T. Setiadanu, Y. Gunawan, and D. Sukaryadi, “Analisis Kegagalan Mechanical Seal Pada Pengujian Kebocoran Turbin Orc; the Analysis of the Mechanical Seal Failure At Orc ...,” ... *dan Energi Terbarukan*, vol. 14, no. 1, pp. 37–54, 2015, [Online]. Available: <http://203.189.89.76/index.php/ket/article/view/39>.
- [6] G. SKF, “Rolling bearings SKF mobile apps,” pp. 1–1722, 2018, [Online]. Available: [skf.com/go/17000](http://skf.com/go/17000).
- [7] Muhammad Reza Furqoni, “Jenis-Jenis Bearing,” 2022. <https://teknikece.com/bearing/jenis-bearing/>.
- [8] PT. KARYAKREASI PUTRA SATYA, “Kegunaan Dan Jenis-Jenis Plat Besi,” 2020. <https://kpssteel.com/besi-plat/kegunaan-jenis-jenis-plat-besi-yang-perlu-kamu-tahu/>.
- [9] R. N. Natarajan, “Machine design,” *Handb. Mach. Dyn.*, no. I, pp. 11–28, 2000, doi: 10.1038/042171a0.