

Root Cause Failure Analysis pada Shutoff Hot Damper Mill Di Pt. Indonesia Power Unit Jasa Pembangkitan Jawa Tengah 2 Adipala

Fitri Wijayanti^{1*} dan Nadiyah Fadila¹

¹Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

* Corresponding author: fitri.wijayanti@mesin.pnj.ac.id

Artikel info Diterima: 13 Juli 2022 | Disetujui: 29 Agustus 2022 | Tersedia online: 31 Agustus 2022
DOI: 10.32722/jmt.v3i2.4616

Abstrak

PT Indonesia Power Unit Jasa Pembangkitan Jawa Tengah 2 Adipala merupakan salah satu penyuplai energi listrik di Pulau Jawa, Madura dan Bali. Komponen utama dari PLTU Jawa Tengah 2 Adipala adalah Boiler, Turbin Uap dan Generator. Sistem pembakaran di boiler memerlukan udara, bahan bakar, dan panas. Batu bara sebagai bahan bakar perlu proses pengeringan, distribusi dan pemisahan batu bara dengan benda-benda asing yang terbawa dari proses penambangan agar sesuai spesifikasi. Proses milling tersebut dilakukan dengan bantuan udara yang dihisap oleh Primary Air Fan (PAF). Sebelum masuk ke Mill/Pulvarizer udara cold primary air dan hot primary air ditahan oleh Shut Off Damper yang berfungsi untuk membuka menutup aliran udara PAF menuju Mill/Pulvarizer. Pada prosesnya kemungkinan terjadi kerusakan/kegagalan dari Shut Off Damper sehingga keberlangsungan proses pada Mill/Pulvarizer terganggu. Untuk itu, perlu dilakukan analisis mengenai histori kerusakan/kegagalan yang pernah terjadi pada Shut Off Damper untuk mengetahui kegagalan umum yang terjadi. Kemudian dilakukan analisis penyebab kegagalan melalui Fault Tree Analysis (FTA) sehingga dapat diketahui akar penyebab permasalahan dan usulan solusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kegagalan fungsi shut off hot damper antara lain tidak dapat diclose/open dari DCS yang disebabkan oleh terjadi kerusakan pada solenoid yang dikarenakan medan magnet coil melemah dan coil korosif. Selain itu terjadi kerusakan limits switch yang disebabkan oleh pemakaian limits switch yang berlebihan dan kondisi limits switch yang kotor kurang terawat. Solusi atas permasalahan yang dapat dilakukan adalah penggantian peralatan dan perawatan atau pemeliharaan untuk menambah lifetime peralatan.

Kata-kata kunci: Shut Off Damper, Kegagalan Shut Off Damper, Solusi

Abstract

electrical energy on the islands of Java, Madura and Bali. The main components of PLTU Central Java 2 Adipala are Boilers, Steam Turbines and Generators. The combustion system in the boiler requires air, fuel, and heat. Coal as fuel needs to be dried, distributed and separated from coal and foreign matter carried from the mining process so that the coal meets specifications. The milling process is carried out with the help of a Primary Air Fan (PAF) to suck air into the Mill/Pulvarizer. Before entering the Mill/Pulvarizer, the cold primary air and hot primary air are held by the Shut Off Damper, which functions to open and close the PAF airflow to the Mill/Pulvarizer. In the process, there is a possibility of damage/failure from the Shut Off Damper so that the continuity of the process at the Mill/Pulvarizer is disrupted. For this reason, it is necessary to analyze the history of damage/failures that have occurred in the Shut Off Damper to find out the common failures that occur. Then an analysis of the causes of failure is carried out through Fault Tree Analysis (FTA) so that the root causes of the problems and proposed solutions can be identified. The results showed that the failure of the hot damper shut-off function, among others, could not be closed/opened from the DCS caused by damage to the solenoid due to the weakened magnetic field of the coil and the corrosive coil. In addition, there



was a limit switch damage caused by excessive use of the limit switch and the dirty limit switch condition was poorly maintained. The solution to the problem that can be done is equipment replacement and maintenance or maintenance to increase the lifetime of the equipment.

Keywords: Shut Off Damper, Shut Off Damper failure, Solutions

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri yang maju dengan pesat menuntut penyediaan industri yang cukup besar pula. Dengan adanya perkembangan industri tersebut maka kebutuhan akan energi juga meningkat salah satunya energi listrik. Untuk penyediaan energi listrik tersebut maka dibutuhkan banyak pembangkit listrik. Pembangkit listrik tenaga uap merupakan jenis pembangkit listrik yang menggunakan uap sebagai media untuk memutar sudu-sudu turbin, dimana uap yang memutar sudu-sudu turbin akan memutar poros turbin yang akan dikonversikan dari energi mekanik menjadi energi listrik oleh generator.

PT Indonesia Power Unit Jasa Pembangkitan Jawa Tengah 2 Adipala merupakan salah satu penyuplai energi listrik di Pulau Jawa, Madura dan Bali dengan sistem interkoneksi 500 kV dan kapasitas 1x660 MW. Adapun komponen utama dari PLTU Jawa Tengah 2 Adipala berupa Boiler, Turbin Uap dan Generator. Untuk terjadinya pemanasan di boiler diperlukan sistem pembakaran pada *furnace* yang perlu memperhatikan tiga hal penting yaitu : udara, bahan bakar, dan panas. Bahan bakar pada PLTU Jawa Tengah 2 Adipala ini adalah batu bara yang dipasok dari *coal handling* dan didistribusikan ke *bunker* kemudian melalui *coal feeder* yang mengatur jumlah aliran batu bara yang selanjutnya dihaluskan didalam *Pulvarizer/Mill* sebelum ke ruang bakar. Pada saat *milling* terjadi proses pengeringan, distribusi dan pemisahan batu bara dengan benda benda asing yang terbawa dari proses penambangan sehingga batu barayang masuk ke ruang bakar merupakan batu bara halus yang siap dibakar dengan spesifikasi butiran 200 mesh atau 90 mikron dengan temperatur yang telah ditentukan desain (62°C).

Pada proses pengeringan, distribusi dan pemisahan batu bara di *Mill/Pulvarizer* dilakukan oleh bantuan udara *Primary Air Fan* (PAF). Udara dari lingkungan dihisap oleh PAF yang langsung menuju *Mill/Pulvarizer* disebut *cold primary air*, sedangkan udara yang lain akan masuk ke *air preheater* untuk proses ekstraksi gas panas hasil pembakaran ke udara PAF yang disebut *hot primary air*. Sebelum masuk ke *Mill/Pulvarizer* udara *hot primary air* dan *cold primary air* ditahan oleh *Shut Off Damper*. *Shut Off Damper* berfungsi untuk membuka menutup aliran udara PAF menuju *Mill/Pulvarizer* agar tekanan dan temperatur *outlet Mill/Pulvarizer* sesuai dengan desain. *Blade damper* dari *Shut Off Damper* digerakkan oleh silinder pneumatik yang karena tekanan dan temperatur tinggi dapat menyebabkan *blade damper* macetsaat operasi. Selain itu terdapat beberapa kerusakan lainnya yang mungkin timbul pada *Shut Off Damper*. Mulyawan (2018) menyatakan bahwa permasalahan dalam pengoperasian Mill yang diakibatkan oleh kegagalan *Shut Off Damper* sering terjadi sehingga mengakibatkan lamanya proses akibat perlunya perbaikan-perbaikan. Dengan banyaknya kasus permasalahan kegagalan *Shut Off Damper* tersebut maka dalam penelitian ini akan dilakukan analisis kegagalan pada *Shut Off Damper*, menganalisis akar penyebab permasalahan serta usulan solusi sehingga dapat dijadikan acuan dalam penyelesaian permasalahan-permasalahan kegagalan *Shut Off Damper* dimasa yang akan datang untuk memastikan keberlangsungan proses pada *Mill/Pulvarizer*.

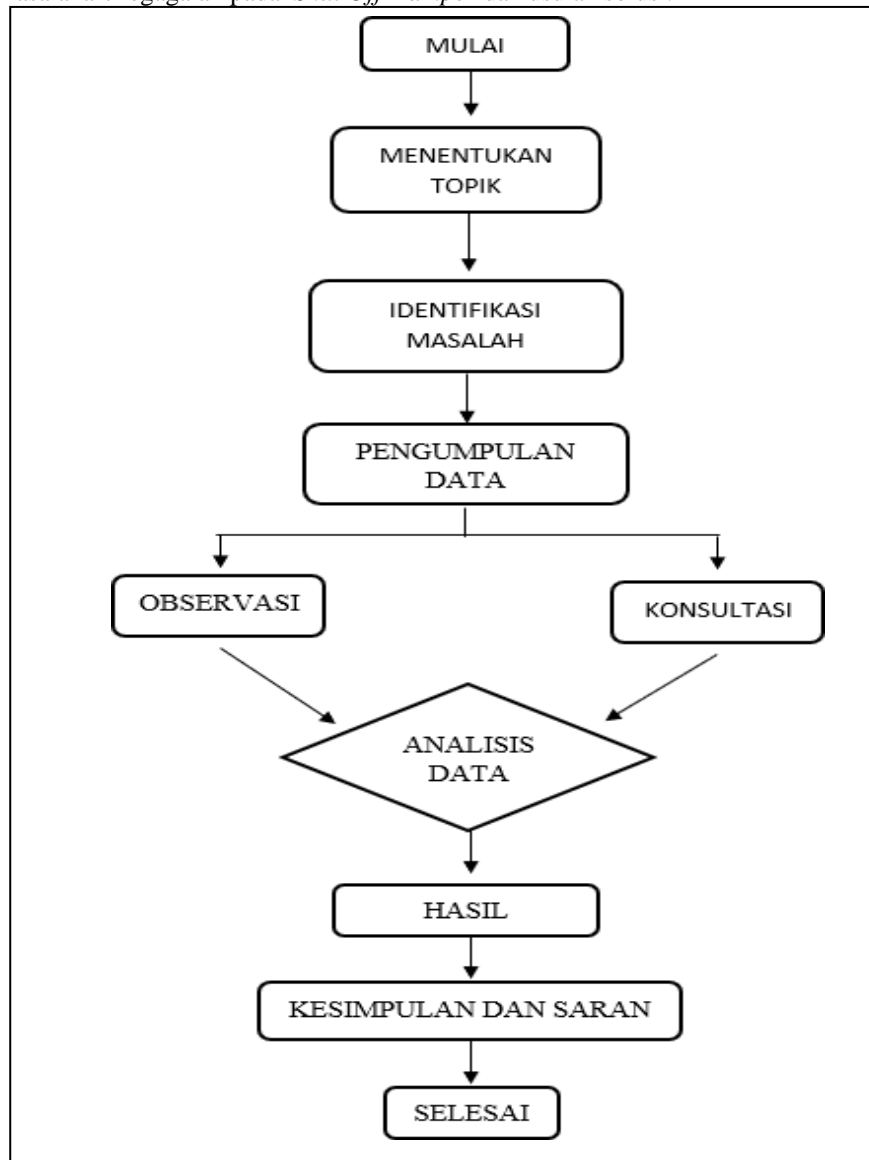
Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui mekanisme kerja *Shut Off Damper*
2. Mengetahui permasalahan pada *Shut Off Damper*
3. Mengetahui solusi dari permasalahan *Shut Off Damper*.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini sebagaimana digambarkan dalam Gambar 1. Tahap pertama melakukan identifikasi permasalahan penelitian melalui studi literatur dari buku-buku, jurnal, website ataupun *manual book* maupun dari perpustakaan yang berkaitan dengan masalah yang dibahas. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data (kunjungan lapangan) dengan melakukan observasi ke lapangan terhadap perangkat secara langsung sehingga diperoleh pengamatan dan pengalaman dan melakukan wawancara dan konsultasi dengan mentor lapangan dan pihak-pihak profesional dalam bidang yang dipelajari. Dalam proses observasi ini dikumpulkan data-data terkait topik pembahasan dalam hal ini proses kerja *Shut Off Damper*, histori kegagalan/kerusakan *Shut Off Damper* yang pernah terjadi untuk menemukan permasalahan umum yang terjadi. Selanjutnya dilakukan analisis penyebab kegagalan dengan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengetahui akar penyebab permasalahan dan solusi yang dapat dilakukan. Dari hasil analisis yang dilakukan

akan dapat diambil kesimpulan dari hasil observasi yang telah dilakukan baik mengenai cara kerja *Shut Off Damper*, permasalahan/kegagalan pada *Shut Off Damper* dan usulan solusi.



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegagalan Fungsi Shut Off Hot Dumper

Shut Off Damper yaitu peralatan yang mendukung proses distribusi udara primer ke *Mill/Pulvarizer* pada *line hot*, *shut off damper* menggunakan tipe *Guilotine/Slide Damper*. *Shut off damper* bekerja secara linier yaitu membuka dan menutup dengan posisi horizontal. *Damper* terbuat dari plat besi yang didesain supaya bisa meneruskan ataupun menghentikan aliran udara dari *Primary Air Fan* (PAF) serta mencegah aliran balik udara dari *Mill/Pulvarizer* [5]. Aliran balik dari *Mill/Pulvarizer* dapat menyebabkan menumpuknya sisa batu bara dari *Mill/Pulvarizer* menuju jalur PAF, jalur PAF terdiri dari banyak peralatan penting seperti *blade air preheater* dan *blade PAF*. Jika sisa batu bara masuk ke *blade fan* maka akan merusak *blade* sehingga menyebabkan peralatan tersebut *trip*. Pada *air preheater* mempunyai temperatur yang tinggi karena terjadi ekstraksi panas antara udara PAF dan gas buang dari *boiler*, gas buang yang mampu memenuhi kebutuhan gaya untuk menggerakkan *damper* secara cepat dan handal pada kondisi apapun. Suhu dan temperatur pada saluran

PAF dapat berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan beban yang dihasilkan. Saat beban penuh maka temperatur udara pada *hot PA* akan tinggi dan begitupun sebaliknya.

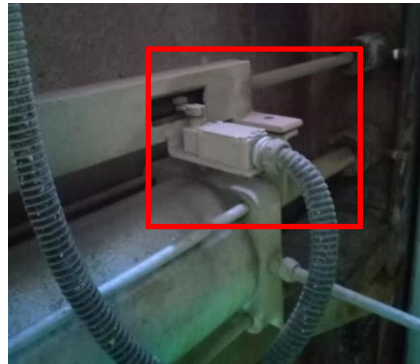


Gambar 2. Shut Off Damper Hot PA

Komponen dan Mekanisme Kerja Shut Off Hot Damper

Shut Off Damper mempunyai 2 ruang tempat untuk *blade damper* bergerak yaitu ruang terbuka dan tertutup. Ruang terbuka berada di dalam *line* udara *hot PA* sedangkan ruangan tertutup berada diluar *line hot PA* seperti Gambar 3 yang menampilkan fisik dari *Shut Off Damper*. Bagian-bagian dari *Shut Off Damper* yaitu :

1. *Close Limit Switch* merupakan sensor batas untuk menandakan *damper* sudah dalam posisi tertutup penuh.



Gambar 3. Close Limit Switch

2. *Open limit switch* merupakan sensor batas untuk menandakan *damper* sudah dalam posisi terbuka penuh



Gambar 4. Open Limit Switch

3. Regulator merupakan komponen yang berfungsi untuk mengatur tekanan udara dan juga untuk menyaring udara yang akan masuk ke sistem pneumatic.



Gambar 6. Regulator

4. *Solenoid valve* merupakan katup yang berfungsi untuk mengatur arah udara bertekanan yang bekerja pada *solenoid*. *Solenoid valve shut off damper* ini digerakkan oleh udara yang digunakan untuk mengatur dengan jarak dekat.



Gambar 7. Solenoid Valve

Adapun mekanisme kerja dari *shut off damper* terbagi 2 mode yaitu :




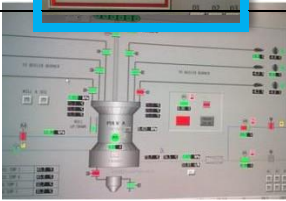
1. *Remote mode* merupakan *mode* yang dijalankan dari ruangan *Control Room* dan diatur oleh operator. Mekanisme kerja *shut off damper* berdasarkan *remote mode* sebagai berikut :
 - *Human Mechine Interface* mengirimkan sinyal kepada *function block* yang akan mendefinisikan perintah/*command input* yang telah diberikan.
 - Sinyal yang dikirimkan melalui *command input* diteruskan ke *command output* yang akan dikirimkan ke *control cabin*. Sinyal yang dikirimkan ke *control cabin* akan masuk ke *digitaloutput* yang akan mengirimkan perintah/*command* ke *relay*. Relay akan mendefinisikan perintah sehingga mengirimkan aliran listrik ke *coil solenoid*.
 - Aliran listrik pada *coil solenoid* akan menghasilkan medan magnet sehingga torak pada *solenoid valve* akan bergeser kearah kumparan magnet.
 - *Solenoid valve* yang bergerak kearah kumparan magnet akan menyentuh *Open Limit Switch* sehingga *limith switch* akan mengirimkan aliran listrik ke lampu indikator *control panel* dan diteruskan kepada *relay feedback*.

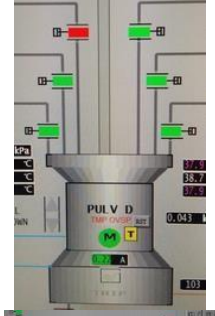
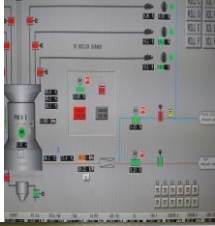




- Sinyal yang diterima oleh *relay feedback* akan dikirimkan kembali ke *digital input control cabine*. Sinyal *digital input* diteruskan ke *port feedback function block*. Sehingga indikator *shut off damper* dimonitor menampilkan *full open*.
2. *Local mode* merupakan *mode* yang dijalankan langsung pada *control panel* yang ada di *local*. Adapun mekanisme kerja *shut off damper* secara *local mode* yaitu :
- Pada control panel terdapat 3 lampu indikator yaitu lampu merah (indikasi shut off damper open), lampu hijau (indikasi shut off damper close), lampu putih (indikasi shut off damper on). Pada control panel juga terdapat push button yang berfungsi untuk melakukan control secara local.
 - Damper akan terbuka atau tertutup jika push button open atau push button close ditekan, sehingga sinyal yang dikirimkan diterima oleh coil selenoid akan menghasilkan medan magnet sehingga torak pada selenoid valve akan bergeser kearah kumparan magnet.
 - *Selenoid valve* yang bergerak kearah kumparan magnet akan menyentuh *Open Limit Switch* atau *Close Limit Switch* sehingga *limith switch* akan mengirimkan aliran listrik ke lampu indikator *control panel*.

History Kegagalan dan Root Cause Failure Shut Off Hot Damper

History kegagalan atau kerusakan pada *shut off hot damper* yang pernah terjadi bisa menjadi acuan awal melihat kerusakan pada *shut off hot damper* setelahnya. Apakah kerusakan *shut off hot damper* yang terjadi cirinya sama dengan kerusakan-kerusakan *shut off hot damper* sebelumnya atautah berbeda, serta mengetahui apakah terjadi pada tempat dan posisi yang sama karena bila ada kesamaan berdasarkan ciri-ciri dari tempat maupun posisi ini bisa memudahkan untuk menganalisisi kerusakan *shut off hot damper* lebih lanjut. *History* kerusakan *shut off hot damper* yang pernah terjadi dari tahun 2018 hingga 2019 dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. History Kerusakan Shut Off Damper

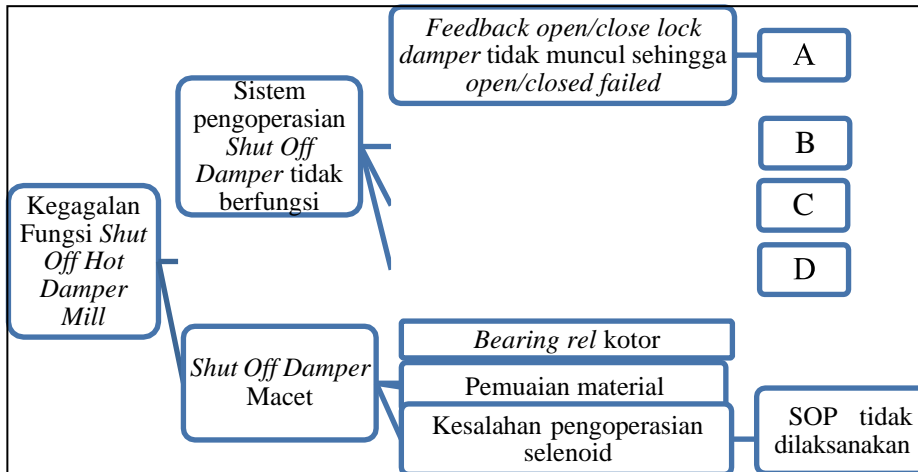
No	Deskripsi Kerusakan	Lokasi Terjadi Kegagalan	Waktu Terjadi Kegagalan	Gambar
1	<i>ShutOff Hot Damper Mill D</i> tidak dapat dioperasikan dari DCS (secara manual d iselenoid bisa)	<i>ShutOff Hot Damper Mill D</i>	8 Februari 2018	
2	<i>Limits Switch Close Shutoff Hot Air Damper Mill F</i> rusak	<i>Shutoff Hot Damper Mill F</i>	16 Maret 2018	
3	<i>Mill D Shut Off Cool Air Damper</i> tidak bisa dioperasikan dari DCS CCR	<i>Mill D Shut Off Cool Air Damper</i>	17 Maret 2018	
4	Indikasi <i>Shut Off Hot Damper Mill A</i> Abnormal, <i>Actual Damper Close</i> tapi indikasi DCS travel	<i>Shut Off Hot Damper Mill A</i>	7 Oktober 2018	

No	Deskripsi Kerusakan	Lokasi Terjadi Kegagalan	Waktu Terjadi Kegagalan	Gambar
5	<i>Mill D Outlet Damper No.6</i> Indikasi abu-abu, tuas <i>limit switch</i> rusak	<i>Mill D outlet Damper No.6</i>	1 Desember 2018	
6	<i>Hot Air Damper Mill E</i> tidak bisa <i>close/open</i> dari DCS	<i>Hot Air Damper Mill E</i>	6 Desember 2018	
7	<i>Mill E Shut Off Hot Damper</i> rusak pada relaynya	<i>Mill E Shut Off Hot Damper</i>	1 Januari 2019	
8	Rumah <i>piston hot air damper mill c</i> retak dan tidak bisa <i>close</i>	<i>Hot Air Damper Mill C</i>	5 Januari 2019	
9	Solenoid <i>Cold Damper Mill A</i> bocor pada seal	<i>Cold Damper Mill A</i>	20 Januari 2019	
10	Solenoid <i>Lock Shut Off Damper Mill D</i> Error (<i>Damper</i> bisa <i>open</i> dari DCS tetapi tidak bisa <i>diclose</i> dari DCS)	<i>Solenoid Lock Shut Off Damper Mill D</i>	9 Februari 2019	

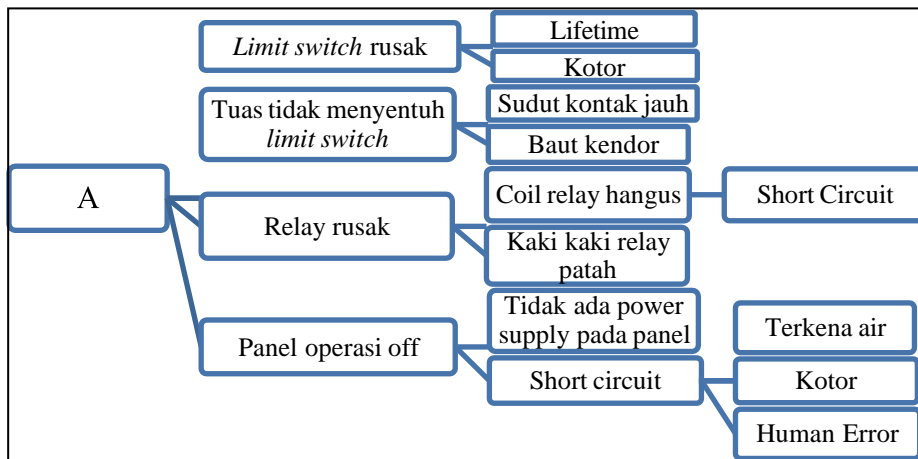
Berdasarkan *history* kegagalan fungsi *shut off hot damper* yang terjadi pada pembangkit PLTU Jateng 2 Adipala untuk kegagalan fungsi *shut off hot damper* yang pernah terjadi dari tahun 2018 sampai 2019 terjadi 10 kali kegagalan yang pada umumnya *shut off hot damper* tidak berfungsi. Oleh karena itu, fenomena berupa kegagalan fungsi *shut off hot damper* ini harus dilakukan tindak lanjut agar mengetahui jenis kerusakan apa yang terjadi dan menemukan akar penyebabnya.

Untuk mengetahui akar penyebab kegagalan fungsi *shut off hot damper*, maka perlu dilakukan analisis lebih lanjut. Metode RCFA yang digunakan adalah *Fault Tree Analysis (FTA)*. Sebuah *fault tree* mengilustrasikan

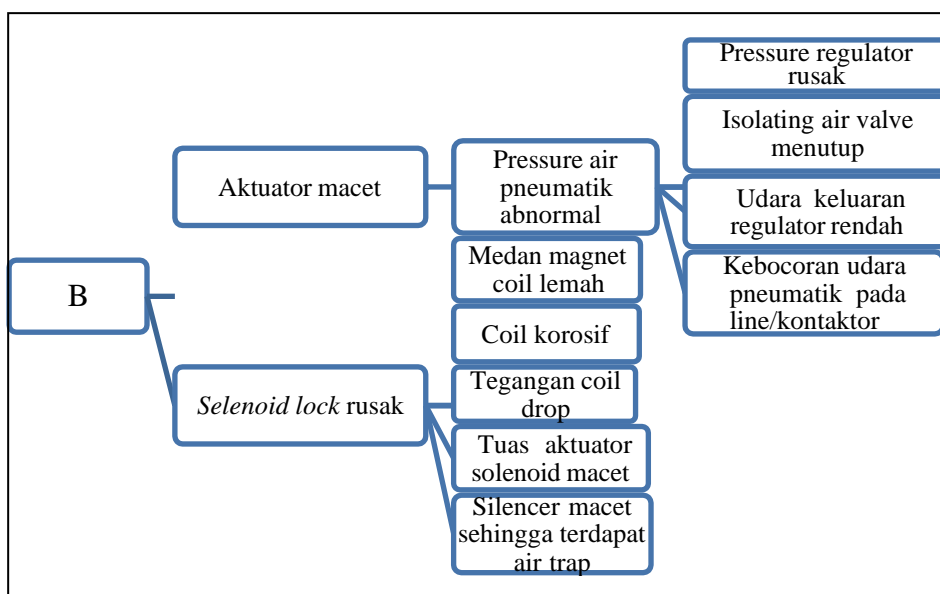
keadaan dari komponen-komponen sistem (*basic event*) dan hubungan antara *basic event* dan *top event* (Taufqurrachman, “Pemeliharaan dan Rekaya Keandalan” dalam *Fault Tree Analysis*, 2015).



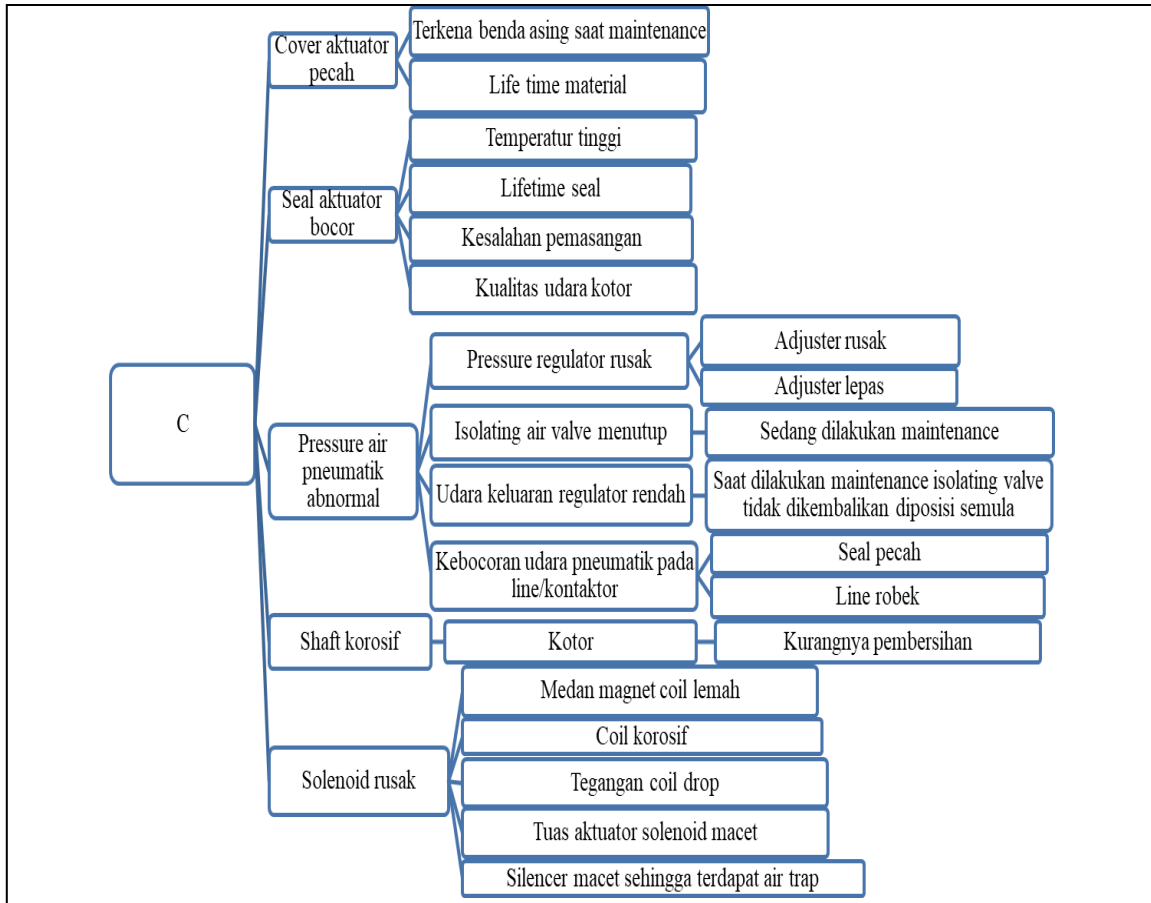
Gambar 8. Fault Tree Analysis Kegagalan Fungsi Shut Off Damper



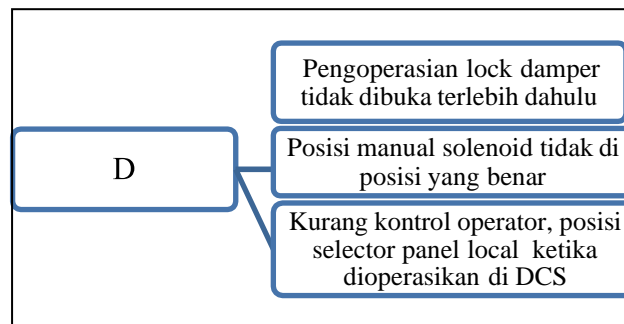
Gambar 9. FTA A



Gambar 10. FTA B



Gambar 11. FTA C



Gambar 12. FTA D

Pemecahan Masalah

Berdasarkan *root cause failure analysis* diatas maka didapatkan penyebab kegagalan fungsi *shut off hot damper*. Adapun pemecahan masalah terhadap kegagalan fungsi *shut off hor damper* diantaranya :

Tabel 2. Gangguan, Penyebab dan Solusi Permasalahan

No	Deskripsi Gangguan	Penyebab	Solusi
1	<i>Limits switch close shut off hot damper mill F</i> rusak	Pemakaian <i>limits switch</i> yang berlebihan dan kondisi <i>limits switch</i> yang kotor kurang terawat	Dilakukan penggantian <i>limits switch</i> sesuai dengan SOP/IK yang telah ada
2	Indikasi <i>close shut off hot damper mill A abnormal</i> , pada aktualnya <i>damper</i> dalam posisi <i>close</i> namun pada DCS indikasi <i>travel</i> .	Tuas aktuator tidak menyentuh <i>limits switch</i> yang disebabkan oleh jauhnya sudut kontak <i>limits switch</i> dan baut kendur	Penyetingan sudut kontak <i>limits switch</i> dan kencangkan baut pada <i>limits switch</i>
3	<i>Shut off hot damper mill E</i> tidak dapat diclose/open dari DCS	Terjadi kerusakan pada <i>solenoid</i> yang dikarenakan medan magnet <i>coil</i> melemah dan <i>coil</i> korosif	Dilakukan penggantian <i>solenoid</i> sesuai dengan SOP/IK yang telah ada
4	<i>Relay shut off hot damper mill E</i> rusak, tidak dapat di open/close dari local	Kaki kaki <i>relay</i> patah yang disebabkan oleh <i>lifetime</i> dari <i>relay</i>	Dilakukan penggantian <i>relay</i>
5	Aktuator <i>shut off hot damper mill A</i> pecah sehingga <i>shut off hot damper</i> tidak dapat di open	Terkena benda asing pada saat dilakukan <i>maintenance</i> dan <i>lifetime</i> dari material	Penggantian aktuator dan dilakukan modifikasi dudukan aktuator

Berdasarkan tabel 2. didapatkan solusi atau pemecahan masalah atas kegagalan fungsi *shut off damper* yang terjadi.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Mekanisme kerja dari *Shut Off Damper* terdapat 2 mode operasi yaitu mode remote dan mode local. Mode Remote merupakan mode yang dijalankan dari ruangan *Control Room* dan diatur oleh operator. Mode Local merupakan mode yang dijalankan langsung pada *control panel* yang ada di local.
2. Permasalahan atau kegagalan fungsi *shut off hot damper* diantaranya, *shut off hot damper mill* tidak dapat diclose/open dari DCS yang disebabkan oleh terjadi kerusakan pada *solenoid* yang dikarenakan medan magnet *coil* melemah dan *coil* korosif. Selain itu terjadi terjadi kerusakan *limits switch* yang disebabkan oleh pemakaian *limits switch* yang berlebihan dan kondisi *limits switch* yang kotor kurang terawat.
3. Solusi atas kegagalan fungsi *shut off hot damper* yaitu dengan melakukan penggantian peralatan sesuai dengan SOP/IK yang ada. Selain itu, perlu dilakukan perawatan atau pemeliharaan untuk menambah *lifetime* peralatan.

REFERENSI

1. U. Adipala, Buku Manual Training PLTU 2 Jateng Adipala, 2013.
2. PT PLN, "Sistem Pemeliharaan Pembangkit".
3. H. S. Muslim, Teknik Pembangkit Tenaga Listrik Jilid 1, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
4. UJP Adipala, "Surat Perintah Kerja No. ADP-16/6475," 2016.
5. Babcock dan T. B. & Wilcox, "Boiler Auxiliaries Chp. 25," dalam *Steam its Generation and Use*, 2005.
6. Mobley (1999), R.K. *Root Cause Failure Analysis*. Butterworth-Heinemann.
7. Maximo. (2016). "Asset Management: Shut Off Hot Primary Air Damper Mill." Indonesia Power. Langkah: Pangkalan Susu