

ANALISIS KEGAGALAN OPERASI *COOLING TOWER FAN UNIT 2B* PLTU ASAM ASAM

Andhika Bayu Oktavianto¹⁾, Mastiadi Tamjidillah²⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Akhmad Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

E-mail: andhikabayuoktavianto@gmail.com

Abstract

One of the power plants in Indonesia is the Asam Asam power plant located near the mouth of the coal mine. Each power plant requires large amounts of water as a working fluid or as a cooling water. Asam Asam Coal Fired Steam Power Plant uses river water as a cooling water with the cooling towers as its engine. In September 2017, the cooling tower unit 2B of Asam Asam Coal Fired Steam Power Plant experienced an operation failure because of the spacer was broken and made the Asam Asam Coal Fired Steam Power Plant to experience derating and other losses. The engineering team diagnoses the case due to misalignment. Based on the description of the root causes of the problem, there are three main problems that might occur namely : misalignment, unbalance, and heavy gearbox rotation. Misalignment is the main trigger for a series of problems causing failure of cooling tower operations. Then it is necessary to study the main problems causing the failure of the cooling tower operation to be followed up with preventive maintenance in accordance with the current conditions to prevent similar failures in unit 2B and other similar units.

Keywords: Cooling Tower, Misalignment, Preventive Maintenance

Abstrak

Salah satu pembangkit listrik di Indonesia adalah pembangkit listrik Asam Asam yang terletak di dekat mulut tambang batubara. Setiap pembangkit listrik membutuhkan sejumlah besar air sebagai fluida kerja atau sebagai air pendingin. Pembangkit Listrik Tenaga Uap Asam Asam Batubara menggunakan air sungai sebagai air pendingin dengan mesin pendingin sebagai mesinnya. Pada bulan September 2017, menara pendingin unit 2B dari PLTU Asam Asam Batubara mengalami kegagalan operasi karena spacer rusak dan membuat PLTU Asam Asam Batubara mengalami penurunan dan kerugian lainnya. Tim teknik mendiagnosis kasus tersebut karena ketidakselarasan. Berdasarkan uraian akar penyebab masalah, ada tiga masalah utama yang mungkin terjadi yaitu: misalignment, unbalance, dan rotasi gearbox berat. Misalignment adalah pemicu utama untuk serangkaian masalah yang menyebabkan kegagalan operasi menara pendingin. Maka perlu mempelajari masalah utama yang menyebabkan kegagalan operasi menara pendingin untuk ditindaklanjuti dengan pemeliharaan preventif sesuai dengan kondisi saat ini untuk mencegah kegagalan yang serupa di unit 2B dan unit serupa lainnya.

Kata kunci: Cooling Tower, Misalignment, Perawatan Preventif

PENDAHULUAN

PLTU Asam Asam adalah PLTU mulut tambang yang terletak pada Desa Asam Asam, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan. PLTU Asam Asam hingga tahun 2018 sudah memiliki *Unit* operasi sebesar 4 x 65 MW, yang kesemuanya menggunakan sistem *cooling tower* sebagai media pendingin siklus operasinya karena tidak terletak langsung pada pinggir pantai. *Cooling Tower* difungsikan sebagai pendingin dari air pendingin pada *condenser* dengan memanfaatkan prinsip perbedaan massa jenis dan temperatur pada dua fluida yang berbeda, yaitu udara dan air.

Pada tanggal 16 September 2017 terjadi kegagalan operasi pada *Cooling Tower Fan unit 2B* PLTU Asam Asam yang menurut diagnosa tim enjiniring disebabkan oleh *misalignment* hingga menyebabkan *breakdown maintenance (shutdown)* selama beberapa hari. *Shutdown Unit* dapat sangat berpengaruh terhadap pasokan listrik di Wilayah Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah serta pada kinerja tahunan PLTU hingga dapat menyebabkan kerugian dari sisi finansial.

Menurut C.B. Gibbons (1976), *Misalignment shaft* mesin menyebabkan gaya reaksi muncul pada koping yang mempengaruhi mesin dan sering menjadi penyebab utama vibrasi mesin (p. 1), dari pernyataan tersebut, penulis bermaksud untuk meng-kaji lebih lanjut mengenai kegagalan operasi *Cooling Tower Fan unit 2B* PLTU Asam Asam pada tanggal 16 September 2017 yang disebabkan oleh *misalignment* sehingga dapat diketahui apakah *misalignment* merupakan permasalahan utama penyebab kegagalan operasi *cooling tower* dan bagaimana pemeliharaan yang cocok untuk mencegah terjadinya kegagalan kembali.

Cooling Tower termasuk ke dalam Siklus Pendingin Utama PLTU, dimana *Cooling Tower* berfungsi untuk mendinginkan air pendingin yang sudah melewati proses pemindahan panas dari uap keluaran turbin pada *condenser*. *Cooling Tower Fan* yang digunakan pada PLTU Asam Asam *unit 1 & 2* adalah tipe *Induced Draft Fan Cooling Tower* dengan arah aliran melintang (*crossflow*) seperti yang terlihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. *Cooling Tower Unit 1 & 2* PLTU Asam Asam

Bagian – Bagian *Cooling Tower* Rangka

Setiap *Cooling Tower* pasti memiliki rangka/wadah yang berfungsi sebagai tempat penopang dan disusunnya semua bagian – bagian *Cooling Tower*. Rangka pada *Cooling Tower* PLTU Asam Asam *Unit 1 & 2* menggunakan bahan dasar beton.

Hot Basin

Hot basin adalah kolam penampung air panas dari *condenser* yang akan didinginkan oleh *Cooling Tower*, biasanya terletak pada sisi atas *Cooling Tower*.

Nozzle

Nozzle terletak pada bagian dasar *hot basin* yang berfungsi untuk mengarahkan air yang jatuh dari *hot basin* menuju ke *cold basin*. Air dari *Nozzle* ini mengalir secara alami dengan gravitasi.

Splash Fill/Opti-Grid

Splash fill pada *Cooling Tower* berbentuk seperti *grid* yang disusun berderet hingga memenuhi luasan bangunan *Cooling Tower* yang berfungsi untuk memecah air yang dijatuhkan dari *nozzle*.

Drift Eliminator/Filler

Drift Eliminator berfungsi untuk mengarahkan jatuhnya air agar tidak keluar ke samping *Cooling Tower* melewati *Louver*.

Louver

Louver berfungsi untuk mengarahkan udara yang masuk terhisap oleh *Cooling Tower Fan* agar arah alirannya menjadi seragam dan teratur.

Cold Basin

Cold Basin adalah kolam penampung air hasil pendinginan oleh *Cooling Tower* dan siap untuk dialirkan kembali menuju ke *condenser*.

Motor CT Fan

Motor yang menggerakkan *CT Fan* dari sisi luar *Cooling Tower* dengan voltase 6000 V, tiga fasa.

Gearbox

Gearbox adalah tempat dimana *gear – gear* yang mengubah gaya rotasi motor secara *horizontal* menjadi *vertical* disusun dan dilumasi. *Gear – gear* tersebut disusun sedemikian rupa dimaksudkan untuk menyalurkan gaya mekanik ke suatu *shaft*/poros yang digerakkan dengan perbandingan/rasio putaran tertentu.

Fan

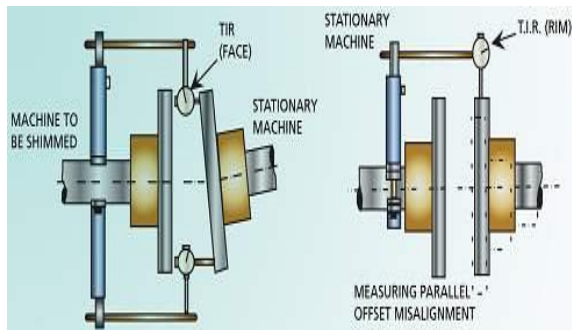
Fan adalah bagian yang berputar di atas *gearbox* dan bertugas untuk menghisap udara dari *Louver*. *Gearbox* dan *Fan* biasanya disebut dengan *CT Fan*. Penghubung *Motor* dan *CT Fan* disebut *Spacer* atau *Addax*. *Fan* pada *cooling tower unit 1&2* berjumlah 7 buah tiap *unit* dengan massa masing – masing *fan* adalah 70 kg.

Alignment

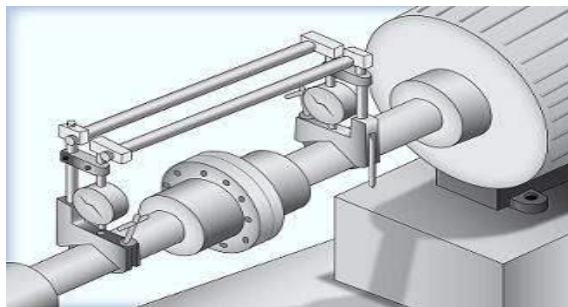
Alignment adalah suatu pekerjaan atau proses mensimetriskan kedua objek atau sumbu poros sehingga sentris antara poros penggerak dengan sumbu poros yang digerakkan dengan dua tumpuan saling berkaitan. Tetapi dalam kenyataannya pengertian lurus tidak bisa didapatkan 100% sehingga harus diberikan toleransi

kurang dari 0,05 mm, untuk mendapatkan kesentrisan antara kedua poros pemutar dan poros yang diputar hingga tidak menimbulkan gesekan, getaran, dan faktor-faktor lainnya.

Berdasarkan ketelitiannya, *alignment* dibagi menjadi dua : yaitu *alignment* kasar dan *alignment* presisi. Biasanya sebelum melakukan *alignment* presisi, teknisi/enjiniring melakukan *alignment* kasar terlebih dahulu kemudian melakukan *alignment* presisi. Beberapa contoh alat yang digunakan untuk *alignment* kasar adalah *straightedge*, *taper gauge*, *feeler gauge*, dlsb. Sedangkan beberapa yang digunakan untuk *alignment* presisi adalah *dial indicator* dan *laser*, seperti yang terlihat dalam Gambar 2 dan Gambar 3.

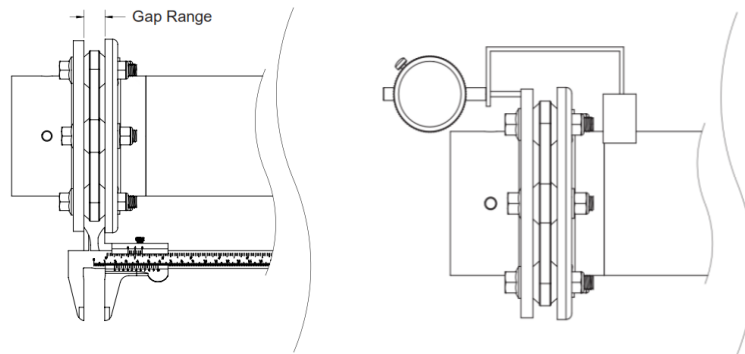


Gambar 2. *Alignment Rim And Face*



Gambar 3. *Alignment Reverse Indicator*

Alignment cooling tower unit 1 & 2 PLTU Asam Asam disesuaikan dengan *instruction manual alignment Addax Rexnord* yaitu dengan menggunakan *vernier caliper* atau alat ukur lain yang dapat mengukur *gap* antara *hub coupling* dengan *spacer* untuk pengukuran aksialnya, sedangkan untuk pengukuran radialnya digunakan metode *dial indicator* dengan *rim and face* ataupun *reverse dial indicator*. Pada *cooling tower unit 1 & 2 PLTU Asam Asam* menggunakan seri *LRC650-400* dengan *gap* antara *hub* dengan *spacer* (berlaku untuk sisi *motor* maupun *gearbox*) sebesar 18,5 – 19,6 mm. *Gap* tersebut diatur dengan menyeimbangkan torsi pengencangan baut kopling yaitu sebesar 45 Nm. Jika *range gap* terlalu jauh dan pengencangan baut sudah seimbang dan maksimal namun belum didapatkan *gap* yang sesuai, maka *setting gap* bisa dilakukan dengan menggeser maju atau mundur *hub coupling* di sisi *motor* hingga mendapat *range gap* yang sesuai, seperti yang terlihat dalam Gambar 4.



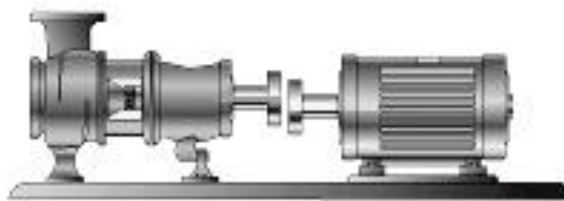
Gambar 4. Pengukuran *Misalignment* Aksial (Kiri) dan *Angular* (Kanan)

Misalignment

Dua poros yang disambung dengan kopling dapat terjadi keadaan tidak sesumbu antara kedua poros tersebut, keadaan seperti ini disebut *misalignment*.

Beberapa mesin telah dilengkapi dengan bantalan dan kopling fleksibel yang dapat menghasilkan sedikit *misalignment*. Meskipun begitu, tidak jarang muncul vibrasi yang tinggi karena *misalignment* sehingga dapat menimbulkan kerusakan pada komponen - komponen mesin dan selanjutnya memperpendek umur mesin tersebut. Sinyal vibrasi yang ditimbulkan oleh *misalignment* memiliki karakteristik sendiri yang bisa dilihat pada spektrum vibrasi yang dihasilkan. Spektrum vibrasi dapat menunjukkan *misalignment* yang terjadi, yaitu *parallel misalignment* atau *angular misalignment* dengan karakteristiknya sendiri. Tentunya untuk spektrum yang dihasilkan kemungkinan bukan hanya *misalignment* saja, karena dapat dipengaruhi oleh kerusakan lainnya, seperti *unbalance*, *bearing failure*, *mechanical looseness*, dan sebagainya.

Ada beberapa jenis *misalignment* yang umumnya terjadi pada hubungan mesin penggerak (motor) dengan yang digerakkan, yaitu : *parallel misalignment*, *angular misalignment*, ataupun kombinasi dari *parallel* dan *angular misalignment*, seperti yang terlihat dalam Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. *Parallel Misalignment*



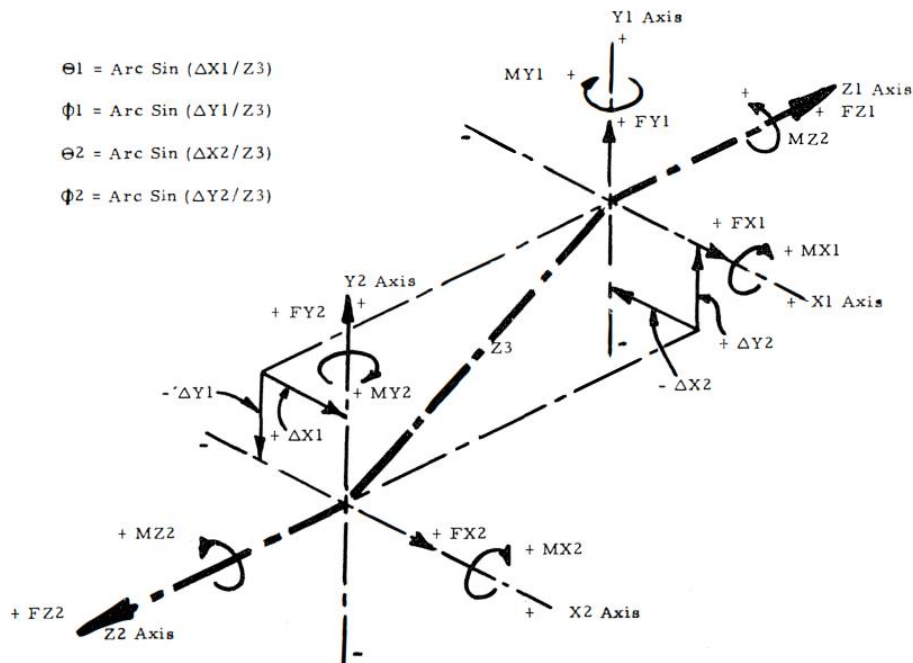
Gambar 6. *Angular Misalignment*

Misalignment Reaction Forces and Moments

Menurut C.B. Gibbons (1976), *Misalignment shaft* mesin menyebabkan gaya reaksi muncul pada kopling yang mempengaruhi mesin dan sering menjadi penyebab utama vibrasi mesin (p. 1).

Beban puntir berlebih yang dialami oleh *spacer coupling* disebabkan oleh *misalignment* pada porsi yang besar dan faktor lain pada porsi yang lebih kecil. *Misalignment* di sini menyebabkan distribusi momen puntir dari *motor* penggerak menuju *gearbox fan* menjadi tidak stabil dan tidak optimal, karena ada sebagian momen puntir yang tertahan oleh salah satu bagian dari *spacer coupling* yang menjauh dari *centerline*.

Menurut C.B. Gibbons pada jurnalnya yang berjudul *Coupling Misalignment Forces* (1976), vektor diagram *parallel misalignment* dapat digambarkan seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Skema Analisa *Misalignment* Pada *Coupling*

Pada skema *misalignment* di atas, nilai ΔX_1 , ΔY_1 , ΔX_2 , dan ΔY_2 bisa didapatkan dari pembacaan *dial indicator* dengan metode *reverse dial*.

Sudut *misalignment* θ_1 , ϕ_1 , θ_2 , ϕ_2 dihitung dengan persamaan seperti yang tercantum pada Gambar 7. Sudut – sudut *misalignment* tersebut digunakan untuk menghitung momen M_X , M_Y , dan M_Z serta untuk gaya F_X , F_Y , dan F_Z pada *spacer coupling*. Diasumsikan bahwa Z_1 adalah sumbu dari *motor* penggerak, tanda (+) torsi menunjukkan bahwa torsi yang terjadi searah dengan torsi *motor* penggerak. Rumus – rumus untuk menghitung momen dan gaya reaksi *misalignment* adalah sebagai berikut :

$$M_{X_1} = T \sin\theta_1 + k_b \phi_1 \tag{1}$$

$$M_{Y_1} = T \sin\phi_1 - k_b \theta_1 \tag{2}$$

$$M_{X_2} = T \sin\theta_2 - k_b \phi_2 \tag{3}$$

$$M_{Y_2} = T \sin\phi_2 + k_b \theta_2 \tag{4}$$

$$F_{X_1} = \frac{-M_{Y_1} - M_{Y_2}}{Z_3} \tag{5}$$

$$FY_1 = \frac{+MX_1+MX_2}{Z_3} \quad (6)$$

$$FZ_1 = k_a \Delta Z + k_A(\Delta Z)^3 \quad (7)$$

$$FX_2 = -FX_1 \quad (8)$$

$$FY_2 = -FY_1 \quad (9)$$

$$FZ_2 = FZ_1 \quad (10)$$

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan penulis untuk mencari tahu permasalahan utama kegagalan operasi *cooling tower fan unit* 2B PLTU Asam Asam adalah :

1. Pengumpulan Data

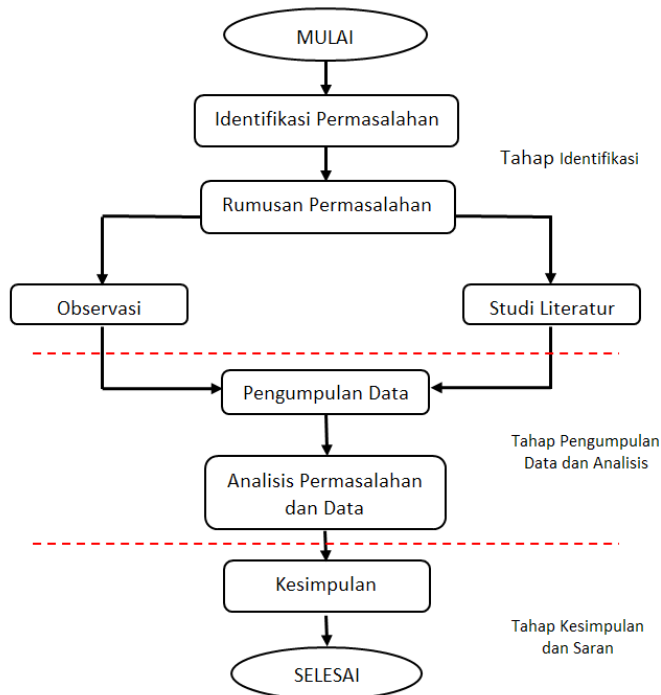
Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data dari laporan historisis peralatan, laporan Enjiniring *Predictive Maintenance*, dan *Manual Book*. Data – data yang dikumpulkan antara lain : data vibrasi, temperatur air, dan data visual fisik sebelum dan sesudah perbaikan.

2. Pengolahan Data

Setelah dilakukan pemetaan dan perincian akar – akar permasalahan dari data – data yang tersedia, lalu dilakukan pengolahan dan penyajian data dalam bentuk diagram *RCFA (Root Cause Failure Analysis)* agar mudah dilihat dan diketahui inti permasalahan dari kegagalan operasi *Cooling Tower Unit* 2B. Penyajian data – data tersebut diharapkan dapat membantu menunjukkan keterkaitan antara satu akar permasalahan dan yang lainnya sehingga penganalisaan dan pengambilan kesimpulan bisa sesuai dengan logika dan data yang tersedia.

3. Diagram Alir Penelitian

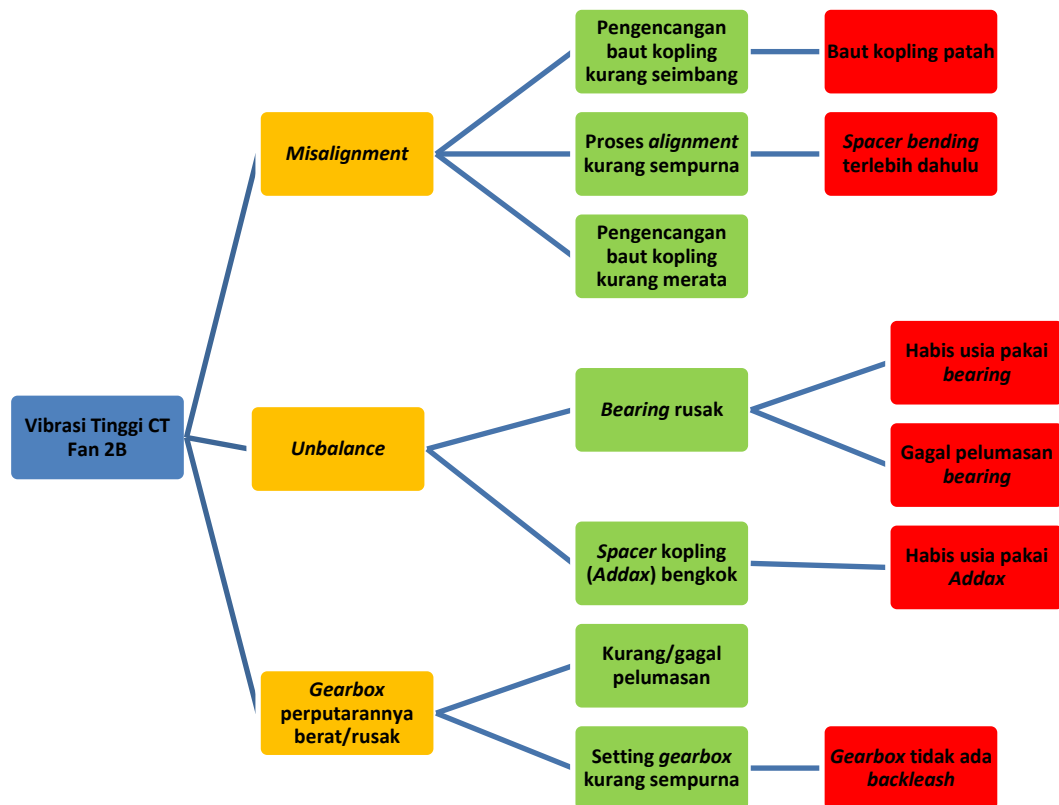
Diagram alir penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

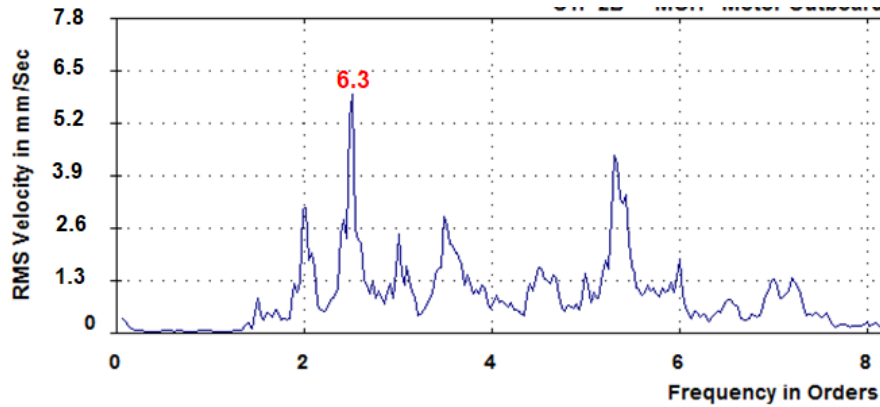
HASIL DAN PEMBAHASAN

Akar – akar permasalahan kegagalan operasi *Cooling Tower Fan unit 2B* PLTU Asam Asam akan diuraikan dengan diagram seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Fishbone Diagram

Dari Gambar 9 diketahui bahwa kerusakan dari *part – part cooling tower* kemungkinan terbesar disebabkan oleh *misalignment*, sedangkan bearing rusak, *spacer addax* bengkok, ataupun *gear* yang rusak hanyalah merupakan perpanjangan dari penyebab utamanya yaitu *misalignment*. Hal tersebut didukung juga dengan analisis dari spektrum vibrasi yang ditunjukkan seperti pada Gambar 10.



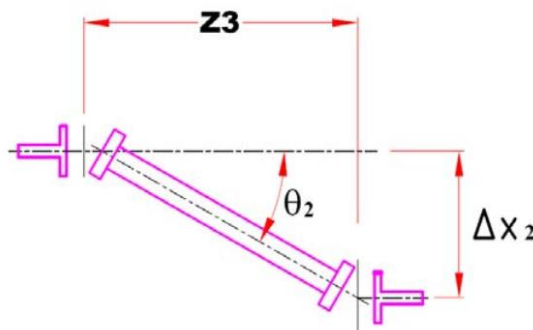
Gambar 10. Spektrum Vibrasi *Horizontal*

Analisis Mekanik *Misalignment*

Ketika sebuah *cooling tower* mengalami *misalignment* saat beroperasi, maka bisa diperkirakan akan terjadi deformasi pada bagian yang mengalami beban puntir dan *reaction force* paling besar yang pada kasus ini hingga terjadi kegagalan operasi yang ditandai dengan patahnya *spacer coupling cooling tower*.

Selain karena beban puntir berlebih pada *spacer coupling*, patahnya *spacer coupling* tersebut didukung pula dengan kekuatan material yang lebih lemah dari sisi tegangan yang dapat ditahan dibandingkan dengan *part cooling tower* yang lain, karena *spacer coupling cooling tower* tersebut terbuat dari *carbon fibre composite*.

Menurut C.B. Gibbons (1976), ketika terjadi *parallel misalignment* pada suatu poros, maka akan terjadi dua titik artikulasi akibat dari ketidaksentrisan poros dan membagi poros menjadi tiga sumbu utama yaitu Z1, Z2, dan Z3.



Gambar 11. *Articulation Length Spacer Addax Rexnord*

Ketika terjadi *misalignment* pada *cooling tower*, tidak diketahui berapa besarnya nilai simpangan radial dari *centerline*, sehingga pada contoh perhitungan ini ada beberapa parameter yang diasumsikan tanpa menghilangkan konsep *misalignment* tersebut. Perhitungan ini hanya bersifat simulasi saja dan hanya untuk memudahkan analisa.

Beberapa data yang bisa didapatkan untuk menghitung *reaction forces and moments* pada kasus tersebut, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Z_3 &= 3,6 \text{ m} & N &= 1480 \text{ rpm} \\ P_m &= 104,31 \text{ kW} & D &= 0,108 \text{ m} \end{aligned}$$

Dan diasumsikan :

$$\begin{aligned} \Delta X_1 &= 0,015 \text{ m} & \Delta X_2 &= -0,015 \text{ m} & k_b &= 2000 \text{ Nm} \\ \Delta Y_1 &= -0,018 \text{ m} & \Delta Y_2 &= 0,018 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka bisa nilai torsi yang bekerja adalah :

$$\begin{aligned} P_m &= \frac{2 \pi N T}{60} \\ T &= \frac{60 \times 104,31 \times 10^3 W}{2 \pi 1480 \text{ rpm}} \\ T &= 673,032 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Menghitung *reaction forces and moments* :

$$\begin{aligned} \theta_1 &= \arcsin\left(\frac{\Delta X_1}{Z_3}\right) = +0,24^\circ & \theta_2 &= \arcsin\left(\frac{\Delta X_2}{Z_3}\right) = -0,24^\circ \\ \phi_1 &= \arcsin\left(\frac{\Delta Y_1}{Z_3}\right) = -0,29^\circ & \phi_2 &= \arcsin\left(\frac{\Delta Y_2}{Z_3}\right) = +0,29^\circ \end{aligned}$$

- $\begin{aligned} MX_1 &= 673,032 \times \sin(+0,23) + 2000 \times (-0,29) \\ MX_1 &= -577,3 \text{ Nm} \end{aligned}$
- $\begin{aligned} MY_1 &= 673,032 \sin(-0,29) - 2000 \times (+0,23) \\ MY_1 &= -463,4 \text{ Nm} \end{aligned}$
- $MZ_1 = T = 673,032 \text{ Nm}$
- $\begin{aligned} MX_2 &= 673,032 \sin(-0,23) - 2000 \times (+0,29) \\ MX_2 &= -582,7 \text{ Nm} \end{aligned}$
- $\begin{aligned} MY_2 &= 673,032 \sin(+0,29) + 2000 \times (-0,23) \\ MY_2 &= -456,6 \text{ Nm} \end{aligned}$
- $MZ_2 = T = -673,032 \text{ Nm}$
- $FX_1 = 255,6 \text{ N}$
- $FX_2 = -255,6 \text{ N}$
- $FY_1 = -322,2 \text{ m}$
- $FY_2 = 322,2 \text{ N}$
- $FZ_1 = 9000 \times 0,002 + 2200 \times 10^6 (0,002)^3$

$$FZ_1 = FZ_2 = 35,6 N$$

Momen dan gaya reaksi yang disimulasikan di atas adalah faktor – faktor penyebab terjadinya *bending* pada *spacer*, tidak terjadi pada satu titik saja, atau dengan kata lain tersebar dan tidak setimbang karena angkanya berbeda – beda.

Untuk perhitungan dengan nilai riil di lapangan belum bisa dilakukan, karena ketidakterediaan data k_b (*bending stiffness*), k_a (*axial stiffness-Linier*), dan k_A (*axial stiffness-NonLinier*) dari *flexible element coupling set*. Nilai *axial* dan *bending stiffness* hanya bisa didapatkan langsung dari pihak manufaktur *Rexnord*.

Axial stiffness berfungsi untuk dapat menghitung gaya yang terjadi pada sumbu Z_1 dan Z_2 (FZ_1 dan FZ_2). Sedangkan *bending stiffness* berfungsi untuk dapat menghitung momen MX_1 , MY_1 , MX_2 , dan MY_2 .

Pada kondisi di lapangan terdapat juga beban dari *fan* (7 x 70 kg tiap unit) pada *gearbox* yang sedikit memberikan pengaruh pada kegagalan operasi *cooling tower*, karena beban dari *fan* sudah diperhitungkan oleh manufaktur dan disesuaikan dengan *gearbox*, *shaft*, dan *motor* yang ada.

Upaya Perbaikan

Setelah diketahui permasalahan utama dari kegagalan operasi *cooling tower* tersebut, maka dilakukanlah upaya perbaikan dari tim pemeliharaan bagian *turbine & auxiliaries* PLTU Asam Asam. Upaya perbaikan yang telah dilakukan sudah sesuai dengan akar – akar permasalahan yang sudah dijabarkan pada diagram RCFA dan kemudian dikelompokkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Permasalahan utama dan upaya perbaikan

Permasalahan	Upaya Perbaikan/Penggantian
<i>Misalignment</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Alignment</i> ulang dengan <i>spacer</i> baru - Menyeimbangkan pengencangan baut kopling
<i>Unbalance</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatasi akar – akar penyebab <i>misalignment</i> - Mengganti <i>spacer</i> dengan yang tidak <i>bending</i> - Mengganti <i>bearing</i> dengan yang baru
Putaran <i>gearbox</i> berat	<ul style="list-style-type: none"> - Mengganti <i>gearbox</i> lama (rusak) dengan yang lebih layak - <i>Setting</i> ulang <i>centris gearbox</i>, area sentuh <i>gear</i>, dan <i>backlash</i> - Lebih memperhatikan <i>level</i> oli pelumas <i>gearbox</i>

Data Temperatur Air

Data temperatur air diambil pada sebelum dan sesudah terjadi kegagalan, data disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Tabel temperatur air sebelum dan sesudah perbaikan

	<i>Control Room</i>	<i>Standard Range</i>	Tanggal
Temp. Inlet Water	49,1 °C	47,3 °C ~ 49,1 °C	16/9/17
	48,4 °C		20/9/17
Temp. Outlet Water	37,1 °C	35,3 °C ~ 37,1 °C	16/9/17
	35,3 °C		20/9/17

Data Vibrasi

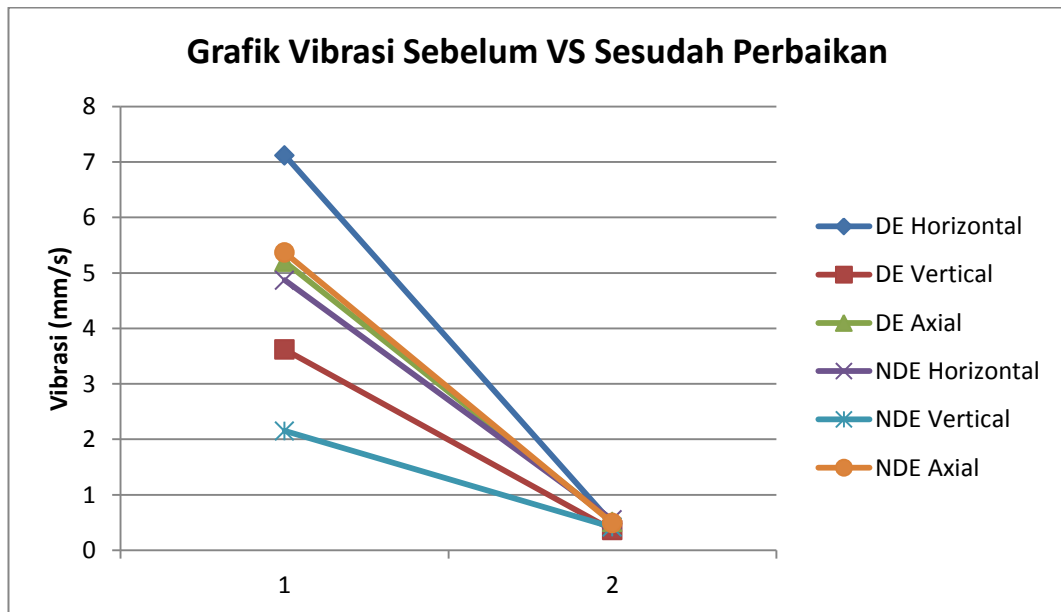
Data vibrasi diambil sebelum terjadi kegagalan dan sesudah dilakukan perbaikan, data disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Tabel vibrasi sebelum dan sesudah perbaikan

	DE		NDE		Kategori
	Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah	
<i>Horizontal</i>	6,37~7,12	0,479	4,87~4,87	0,55	A
<i>Vertical</i>	3,37~3,62	0,364	1,75~2,15	0,416	A
<i>Axial</i>	5,2~4,38	0,51	5,37~4,54	0,492	A

*DE : Drive End (posisi pengukuran dekat dari kopling)

*NDE : Near Drive End (posisi pengukuran jauh dari kopling)



Gambar 12. Grafik vibrasi sebelum vs sesudah perbaikan

Data Visual Fisik

Data visual fisik sebelum dan sesudah perbaikan ditunjukkan pada Gambar 13 dan Gambar 14.



Gambar 13. Pinion Gear sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) perbaikan



Gambar 14. *Spacer Coupling* sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) perbaikan

Preventive Maintenance Cooling Tower

Pemeliharaan yang cocok dilakukan sesuai dengan *maintenance manual* dan kondisi lapangan yang terjadi adalah sebagai berikut :

- 1) Mengecek *level* oli pada sight glass di sisi luar *cooling tower* secara rutin tiap harian.
- 2) Memonitor vibrasi rutin tiap bulan.
- 3) Memonitor kondisi putaran *spacer* dari lubang intip *cooling tower*, bila terlihat bergoyang sangat jauh dari *centerline* maka perlu dialignment ulang atau mengganti dengan yang baru sesuai dengan kondisi.
- 4) Memonitor temperatur masuk dan keluar *cooling tower* serta temperatur *motor* penggerak tiap harian.
- 5) Memonitor *level* air di *cold basin* tiap harian.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa permasalahan utama dari kegagalan operasi *cooling tower unit 2B* PLTU Asam Asam adalah *misalignment*, *unbalance*, dan putaran gearbox berat. Misalignment sangat berpengaruh pada pengoperasian *cooling tower unit 2B* dan *unit 1 & 2* PLTU Asam Asam, karena dapat memunculkan momen tambahan yang dapat menyebabkan terjadinya *bending* pada *spacer coupling Addax Rexnord*. Kondisi setelah perbaikan yaitu *cooling tower* yaitu dapat beroperasi secara normal dengan vibrasi sisi DE *horizontal* turun dari 6,3 mm/s menjadi 0,48 mm/s dan sisi NDE *horizontal* turun dari 4,87 mm/s menjadi 0,55 mm/s. Pemeliharaan yang cocok untuk mencegah terjadinya kegagalan operasi *cooling tower unit 1 & 2* yaitu dengan memantau *level* oli, temperatur air dan *motor*, vibrasi, serta *level* air *cold basin*.

REFERENSI

- Anonim. Addax Composite Coupling Catalog, Rexnord Industries, USA, 2014.
- Anonim. Addax Composite Cooling Tower Couplings Operation Manual, Rexnord Industries, Fletcher Avenue, Lincoln, USA. 2008.
- Anonim. *Cooling Water System Cooling Tower Equipment Outline*, PT PLN (Persero), Banjarmasin, 2001.
- Anonim. *Cooling Water System Cooling Tower Technical Spesification*, PT PLN (Persero), Banjarmasin, 2001.
- Anonim. *Laporan Pemeliharaan Kerusakan Cooling Tower Fan 2B PLTU Asam Asam*, PT PLN (Persero), Banjarmasin, 2017.
- C.B.Gibbons, 1976, *Coupling Misalignment Forces*, Proceedings of the Fifth Turbo machinery Symposium Gas Turbine Laboratories\ Texas A & M University, College Station, Texas, pp. 111-116.
- Samikkanu, Nagesh et al, 2012, *Effects of Misalignment of High Speed Flexible Coupling on the Fighter Aircraft Transmission Characteristics*, International Journal of Fluid Machinery and Systems, Combat Vehicles Research and Development Establishment, Avadi, Chennai, India.