JUNI - DESEMBER 2016 VOLUME 8 - NOMOR 2 ISSN : 1979-0783

Jurnal Ilmiah

ENERGI & KELISTRIKAN

SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN

STUDI ANALISIS PENGARUH PARTIAL DISCHARGE PADA SKTM TERHADAP KEHANDALAN PENYULANG
Supriadi Legino; Firman Jurjani

PENGUJIAN KONDISI ISOLASI MAIN TRANSFORMATOR GTG 1.1 DENGAN METODE DIELECTRIC RESPONSE ANALYSIS (DIRANA)
Erlina; Muhlas

PEMODELAN KONTROL FREKUENSI BEBAN DAN STRATEGI PEMUTUSAN BEBAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS
Erick Sutjiadi; Soetjipto Soewono

STUDI ANALISIS SISTEM MONITORING TEMPERATUR RUANG BEARING
Tri Joko Pramono; Adang Maksus

PERANCANGAN SOLAR CELL SYSTEM OFFGRID PADA DAERAH RAWAN GEMPA YANG TERDAPAT SITUS BERSEJARAH (Studi Kasus : Kawasan Candi Prambanan)
Kukuh Aris Santoso; Tri Wahyu Kuningsih

PEMANFAATAN SAMPAH MENJADI SUMBER ENERGI
Isworo Pujotomo

KAJIAN POTENSI ENERGI SURYA DI PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT (NTB)
Heri Suyanto

ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI KABEL BERCABANG DENGAN KABEL KONVENSIONAL DI APARTEMEN ANCOL MANSION
Eko Sawiji; Juara Mangapul Tambunan

SISTEM PROTEKSI PADA PESAWAT BOEING 737 – CLASSIC
Retno Aita Diantari; Shulli Alifiannisa Putri

STUDI EVALUASI PEMADAMAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK 20 kV
Tony Koerniawan

ISSN 1979-0783

SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN (STT-PLN)					
ENERGI & KELISTRIKAN	VOL. 8	NO. 2	HAL.67 - 136	JUNI - DESEMBER 2016	ISSN 1979-0783

STUDI ANALISIS SISTEM MONITORING TEMPERATUR RUANG BEARING

Tri Joko Pramono[1],Adang Maksus[2]
Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik PLN
email : [1]trijoko_pramono@yahoo.co.id

Abstract: *Rising temperatures can lead to bearing the risk of the gas turbine trip. Because of the many possible causes of bearing temperature increases, the temperature monitoring system required bearing space as an indication of a gas leak heat on the room bearing and additional more accurate analysis to determine the cause of the high temperature turbine bearing. The system of monitoring the temperature in the room bearing will monitor continuously, so that any interference was observed immediately handled by appropriate methods and the possibility of operating losses for their trip from the increase in turbine bearings can be avoided.*

Keywords: *bearing, temperature transmitters, thermocouples.*

Abstrak : *Kenaikan temperatur bearing dapat menyebabkan resiko terjadinya trip pada gas turbine. Karena banyaknya kemungkinan penyebab meningkatnya temperatur bearing, maka diperlukan sistem monitoring temperatur ruang bearing sebagai indikasi terjadinya kebocoran gas panas pada ruang bearing dan analisa tambahan yang lebih akurat untuk mengetahui penyebab tingginya temperature bearing turbin. Sistem monitoring temperatur pada ruang bearing ini akan memantau secara terus menerus, sehingga setiap gangguan yang terpantau dapat segera tertangani dengan metode yang tepat dan kemungkinan kerugian operasi karena adanya trip dari kenaikan bearing turbin dapat terhindari.*

Kata kunci: *bearing, temperature transmitter, termokopel*

1. PENDAHULUAN

Bantalan atau *bearing* merupakan komponen penting pada turbin gas yang berfungsi penahan rotor, sehingga senantiasa dimonitor dan dilindungi oleh sistem proteksi pada sistem turbin. Salah satu sistem proteksi adalah proteksi suhu bearing yang akan mendeteksi apabila terjadi kenaikan suhu bantalan melampaui batasan kerja bantalan. Terdapat dua sensor suhu untuk memonitor suhu bantalan, dimana kedua sensor ini mengukur setiap perubahan suhu pada bantalan saat rotor berputar. Setiap bantalan dilengkapi sistem minyak pelumas untuk menjaga suhu *bearing*.

Salah satu peristiwa yang terjadi di PLTG/U Muara Tawar adalah terjadinya gangguan operasi yang mengakibatkan turunnya daya dan unit berhenti operasi diakibatkan karena kenaikan suhu di *bearing* 1 (sisi turbin) yang sudah melebihi batasan normal yang dijinkan pada sistem proteksi GT13E2 ALSTOM. Kendala naiknya suhu di *bearing* turbin ini adalah masalah yang terkadang muncul baik sebelum inspeksi dan sesudah inpeksi *tipe-C* atau *Overhaul*. Oleh karena itu penulis mencoba menambahkan sebuah indikator untuk dapat memonitor suhu ruang *casing* (rumah) *bearing*. Hal ini akan membantu menganalisa penyebab kenaikan temperatur *bearing.* Adapun tujuan dari penulisan ini adalah untuk membuat suatu sistem monitoring temperatur ruang *bearing* pada gas turbin GT13E2 di PLTG/U UP Muara Tawar, mengaplikasikan fungsi termokopel sebagai sensor temperatur pada salah satu peralatan di unit pembangkitan, mengetahui cara pemeliharaan *thermocouple & temperature transimitter.*

Sedangkan batasan masalah pada penulisan ini yang difokuskan : adanya indikasi terjadinya kebocoran gas panas dari pembakaran gas turbin yang masuk kedalam *casing bearing* sebagai faktor penyebab meningkatnya nilai temperatur *bearing; d*iperlukan pemasangan sensor temperatur pada *casing bearing* sehingga temperaturnya dapat selalu terpantau dari ruang monitor; perlunya koordinasi dengan bidang pemeliharaan instrumen UP Muara Tawar untuk perancangan, persiapan peralatan, dan pelaksanaan proyek akhir.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Bantalan *(Bearing)*

Gambar 1. Bantalan (Bearing)

Bearing adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. Bearing menjaga poros agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya, atau juga menjaga suatu komponen yang bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya.*Bearing* dapat diklasifikasikan berdasarkan gerakan yang diijinkan oleh desain *bearing* itu sendiri, berdasarkan prinsip kerjanya, dan juga berdasarkan gaya atau jenis beban yang dapat ia tahan. Berikut adalah macam-macam *bearing* dilihat dari berbagai aspek:

1. Jika berdasarkan gesekan yang terjadi pada *bearing*, maka *bearing* terbagi menjadi dua jenis yakni:
   a. *Anti-friction bearing* : yaitu *bearing* yang tidak akan menimbulkan gesekan. Contoh: *roller* dan *ball bearing.*
   b. Friction *bearing* : yakni *bearing* kerjanya dapat menimbulkan gesekan. Contoh: *bush* dan *plain bearing.*
2. Jika dilihat dari beban yang ditahan oleh *bearing*, maka berikut adalah jenis-jenisnya:
   a. *Journal Bearing* : adalah *bearing* yang didesain untuk menahan beban yang tegak lurus terhadap sumbu *shaft* horisontal.
   b. *Foot step* atau *pivot bearing*: adalah *bearing* yang didesain pada poros vertikal untuk menahan beban yang paralel terhadap sumbu poros tersebut.
   c. *Thrust bearing*: adalah *bearing* yang didesain untuk menahan beban horisontal yang paralel dengan sumbu poros horisontal.

2.2 Sensor dan Tranduser

Definisi sensor menurut *Instrument Society of America* (ISA) adalah bagian dari Instrumen / alat ukur yang merasakan proses variabel yang ingin dideteksi. Sedangkan Tranduser adalah bagian dari instrumen yang mengubah suatu variabel menjadi variabel lainya yang dapat mudah ditampilkan. Sensor pada umumnya adalah berupa tranduser, namun suatu tranduser belum tentu suatu sensor.

2.3 Suhu

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas suatu benda. Sifat termometrik adalah sifat-sifat benda yang bisa berubah akibat adanya perubahan suhu. Termometer adalah alat untuk mengukur suhu suatu benda. Beberapa contoh termometer diantaranya;

1. Termometer zat cair: menggunakan prinsip bahwa zat cair akan memuai jika dipanaskan.
2. Termometer Bimetal: menggunakan prinsip bahwa logam akan memuai jika dipanaskan.
3. Termometer Hambatan: menggunakan prinsip bahwa bila seutas kawat dipanaskan, hambatan listriknya akan bertambah.
4. Termokopel: pemuain antara dua logam yang kedua ujungnya disentuhkan akan menghasilkan GGL.
5. Termometer Gas: sejumlah gas yang dipanaskan dan volumenya tetap maka tekanannya bertambah. *Pyrometer*: mengukur intensitas radiasi yang dipancarkan oleh benda yang sangat panas.

Perbandingan ini digunakan untuk mengkonversikan suhu suatu skala kedalam beberapa skala lainnya yang sesuai dengan Standar Internasional (SI), sehingga dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan kita.

Perpindahan kalor atau heat transfer ialah ilmu yang mempelajari perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu antara benda atau matrial. Dasar termodinamika telah kita ketahui bahwa energi yang pindah itu dinamakan kalor atau panas (*heat*).

Secara alami, panas selalu mengalir dari benda bersuhu tinggi kebenda yang bersuhu lebih rendah, tetapi tidak perlu dari benda berenergi termis banyak kebenda berenergi termis lebih sedikit. Kalor adalah suatu bentuk energi yang diterima oleh suatu benda yang menyebabkan benda tersebut berubah suhu atau wujud bentuknya.

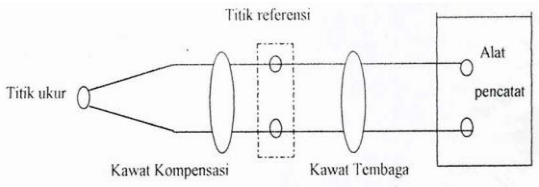
2.4 Termokopel

Pada tahun 1822, Seebeck melakukan percobaan dengan menghubungkan plat bismut diantara kawat-kawat tembaga. Hubungan tersebut diberi suhu yang berbeda. Ternyata pada rangkaian tersebut akan muncul arus listrik. Munculnya arus listrik mengindikasikan adanya beda potensial antara ujung-ujung kedua sambungan.

Dari percobaan Seebeck tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa adanya perbedaan suhu antara kedua sambungan logam tersebut akan menyebabkan munculnya gaya gerak listrik antara ujung-ujung sambungan. Gaya gerak listrik yang muncul ini disebut dengan gaya listrik termo dan sumbernya disebut termokopel.

Termokopel merupakan sambungan (*junction*) dua jenis logam atau campuran yang salah satu sambungan logam tadi diberi perlakuan suhu yang berbeda dengan sambungan lainnya. Sambungan logam pada termokopel terdiri dari dua sambungan, yaitu :

1. *Reference junction* (*cold junction*), merupakan sambungan acuan yang suhunya dijaga konstan dan biasanya diberi suhu yang dingin.
2. *Measuring junction* (*hot junction*), merupakan sambungan yang dipakai untuk mengukur suhu.

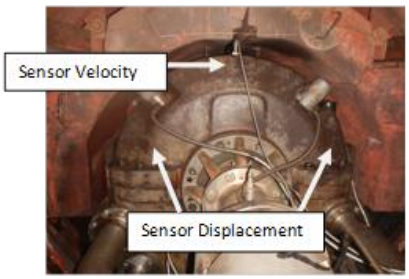


Gambar 2. Termokopel

2.5. Kondisi Bearing Turbin

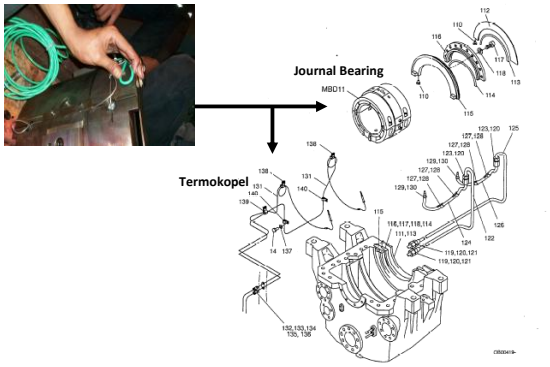
Turbin gas GT13E2 Alstom memiliki 4 buah *journal bearing*. *Journal bearing* adalah *bearing* yang di desain untuk menahan beban yang tegak lurus terhadap sumbu poros horisontal. Dalam operasinya, *bearing* dilindungi oleh rumah *bearing (casing).* Beberapa alat proteksi terpasang pada rumah *bearing* diantaranya:

1. Sensor *displacement* yang berfungsi untuk memonitor jarak (*clearence*) antara poros rotor dengan *bearing.* Sensor ini hanya dipakai untuk indikasi *alarm*.
2. Sensor *vibrasi* (*velocity*) yang berfungsi sebagai sensor getaran yang terjadi pada *bearing* turbin akibat berputarnya rotor. Sensor ini dapat mengakibatkan *trip* unit.



Gambar 3. Rumah Bearing

Sedangkan alat proteksi yang terpasang bada *bearing* turbin adalah 2 buah termokopel yang berfungsi sebagai indikasi kenaikan temperatur *bearing* dan sebagai proteksi gas turbin dan proteksi bearing itu sendiri. Adapun jenis termokopel yang dipakai adalah termokopel tipe-K. Letak pemasangannya adalah di sisi bawah *bearing.*



Gambar 4. Journal Bearing dan Termokopel

Seperti yang telah dijelaskan di awal, bahwa posisi *bearing 1* berada di jalur gas buang (*exhaust gas*). Sehingga dalam keadaan normal, temperatur *bearing 1* bisa lebih tinggi daripada *bearing-bearing* lainnya meskipun hanya sedikit perbedaan. Akan tetapi, keadaan seperti ini tidak boleh dianggap aman dari resiko. Artinya perlu dilakukan kajian mengenai kemungkinan-kemungkinan terhadap dampak dari suatu keadaan tersebut. Hal ini guna menjaga keandalan unit maupun usia pakai suatu peralatan.

Dalam beberapa kasus mengenai kendala temperatur *bearing* 1 yang terlalu tinggi, tidak selalu diakibatkan oleh satu penyebab saja. Namun banyak faktor yang dapat mengakibatkan temperatur *bearing* menjadi tinggi. Beberapa kemungkinan yang menjadi faktor penyebab kenaikan temperatur *bearing* diantaranya:

1. *Clearance* tidak sesuai standar
2. Vibrasi (getaran) tinggi
3. Kegagalan pelumas
4. Kebocoran gas panas

Clearance, yakni jarak *(gap)* antara *bearing* dengan poros rotor memiliki nilai dan toleransi yang tidak boleh diabaikan. Hal ini sangat berpengaruh terhadap besarnya vibrasi (getaran) pada *bearing* saat operasi. Pengukuran dan pengaturan *clearance* dilakukan pada saat *bearing* diangkat keluar atau dilepas dari poros turbin.

Sedangkan untuk vibrasi (getaran) tinggi, selain dikarenakan oleh *clearance* yang tidak sesuai, bisa juga disebabkan oleh kelendutan rotor. Kelendutan pada rotor dapat mengakibatkan putaran rotor tidak pada sumbu horisontalnya. Sehingga dapat mengakibatkan gesekan yang tidak normal antara poros rotor dengan *bearing* yang meyebabkan sensor vibrasi pada *bearing* menunjukan nilai yang tinggi. Jika nilai vibrasi melebihi batas yang diijinkan, maka unit menjadi trip.

Kegagalan sistem pelumasan juga dapat mengakibatkan temperatur *bearing* menjadi tinggi. Sistem pelumasan pada *bearing* dipengaruhi oleh beberapa hal. Diantaranya, kualitas minyak pelumas, suhu minyak pelumas, tekanan dan aliran minyak pelumas. Salah satu indikator baik tidaknya sistem pelumasan adalah perbedaan temperatur minyak pelumas yang masuk dan keluar *bearing.* Semakin besar perbedaan temperaturnya berarti semakin baik kemampuan *heat transfer* (perpindahan panas)nya. Kemampuan perpindahan panas juga dipengaruhi oleh besar kecilnya tekanan dan aliran minyak pelumas.

Setelah mengetahui beberapa kemungkinan faktor penyebab kenaikan temperatur *bearing* turbin, maka dilakukan pengumpulan data mengenai parameter-parameter yang dapat dijadikan acuan untuk menentukan akar permasalahan tersebut. Karena *clearance* saat pemasangan sudah sesuai standar yang dilakukan mekanik UPHB saat Inspection Tipe-C, maka yang dapat dijadikan acuan adalah parameter vibrasi, temperatur *return oil* (minyak kembali), dan temperatur *bearing* itu sendiri.

Tabel 1 indikasi kenaikan suhu bearing

	Vibrasi (mm/s)	Temperatur bearing 001 (°C)	Temperatur bearing 002 (°C)	Temperatur oil return (°C)	Daya (MW)
Bearing 1	2.24	108	107	80	136
Bearing 2	2.22	95	94,3	70	136
Bearing 3	2.21	89	88.5	66	136
Bearing 4	2.20	89	87	67	136

Dari tabel 1 diatas, terlihat bahwa nilai vibrasi dan temperatur *return oil* (minyak kembali) dalam keadaan normal/ rata/seimbang. Namun pada kolom temperatur *bearing* terdapat perbedaan nilai. Terlihat bahwa nilai temperatur *bearing* 1 lebih tinggi dari lainnya. Tentunya hal ini dapat membantu untuk mempersempit pokok permasalahan. Jika *clearance*, vibrasi, dan minyak pelumas dalam keadaan normal, maka satu-satunya faktor yang sangat mungkin menjadi penyebab kenaikan temperatur *bearing* 1 adalah kebocoroan gas panas pada *casing bearing*.

Dilihat dari desainnya, *bearing* 1 terletak diantara *pedestal* dan *inner casing* dan *exhaust casing* dan juga diproteksi dengan *stuffing box, air seal, oil wiper, isolasi*, yang berfungsi menjaga suhu bearing yang di lalui gas panas/gas buang turbin yang panasnya mencapai 450 ° C. Saat gas turbin beroperasi, kenaikan temperatur *bearing* 1 sangat

tinggi di bandingkan *bearing* lainnya walaupun di saat beban sama dan indikasi vibrasi dan suhu minyak pelumas kembali (*return* oil) normal. Maka dugaan pertama yang dapat dijadikan kemungkinan menjadi penyebab kenaikan suhu ini disebabkan kebocoran gas panas ke dalam *pedestal bearing* 1, sehingga saat sensor termokopel yang mengukur *bearing* yang seharusnya menunjukkan suhu normal menjadi lebih tinggi karena ada kebocoran panas.

Jika kondisi ini dibiarkan terus menerus, maka dikhawatirkan kenaikan temperatur *bearing* 1 mencapai batasnya, sehingga dapat mengganggu operasi unit baik itu berupa alarm (105°C), PLS (115°C), ataupun PLST (120°C). Untuk itu perlu dilakukan kajian terhadap faktor kemungkinan yang dapat menjadi penyebab tingginya temperatur *bearing* 1. Sistem monitoring temperatur ruang *bearing* ditujukan untuk tambahan analisa penyebab terjadinya kenaikan suhu bantalan (*journal bearing*) yang diduga disebabkan adanya kebocoran gas panas yang masuk ke ruang *bearing*.

3. METODE PENELITIAN

Tahap Perencanaan

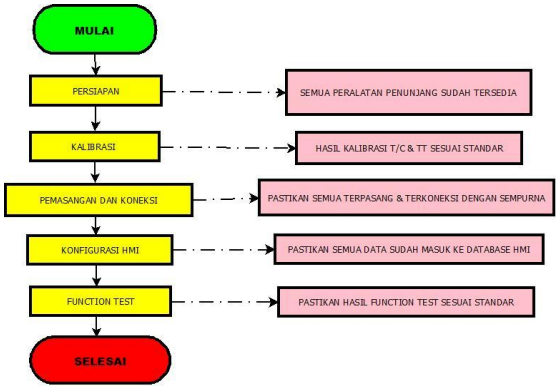
Dalam melakukan pemasangan indikator suhu ruang *bearing*, diperlukan tahap perencanaan yang baik. Hal ini diharapkan agar proses pekerjaan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan acuan yang telah disusun dan direncanakan. Karena proses pemasangan dilakukan pada saat unit sedang *overhoul*, maka waktu untuk perencanaan cukup panjang. Tentunya akan sangat potensial untuk merencanakan pekerjaan dengan matang.

Adapun hal-hal yang perlu untuk direncanakan antara lain:

1. Waktu pemasangan.
   Pemasangan indikator suhu ruang *bearing* hanya bisa dilakukan pada saat *inspection* tipe-C. Karena hanya pada saat itu, *bearing* 1 dilepas dari *casing*-nya.
2. Perancangan letak sensor dan instalasi kabel sampai ke panel.
   Penempatan sensor didalam ruang *bearing* harus sangat diperhitungkan, hal tersebut karena letak sensor akan sangat berpengaruh terhadap hasil pengukuran. Peletakan sensor harus tepat didalam rongga udara dalam rumah *bearing,* dan minyak pelumas tidak boleh menyentuh sensor. Sehingga diharapkan temperatur yang terukur adalah temperatur ruang *bearing*, bukan temperatur *return oil.*
   Adapun untuk instalasi kabel termokopel harus diperhatikan suhu lingkungan disekitar kabel. Untuk itu kabel harus diberi isolasi yang tahan panas.
3. Pemilihan jenis termokopel.
   Jenis termokopel yang dipilih adalah yang sesuai dengan temperatur kerja dan yang umum dipakai di unit pembangkitan Muara Tawar. Sehingga akan sangat mudah bilamana dilakukan penggantian.
4. Pemilihan *temperature transmitter*.
   Jenis *transmitter* yang dipilih tentu saja yang sudah umum dipakai di UP Muara Tawar, sehingga ketersediaan barang terjamin.
5. Koordinasi dengan bidang konin UPMTW sebagai bidang yang mengoperasikan sistem DCS sehingga indikator suhu ruang pedestal *bearing* bisa ditampilkan di HMI *(human machine interface)* pada POS 30.

Tahap Pelaksanaan

Setelah tahap perencanaan terpenuhi, maka langkah selanjutnya adalah ke tahap pelaksanaan. Dalam tahap pelaksanaan, banyak kendala teknis yang harus dihadapi. Salah satunya adalah kalibrasi dan konfigurasi HMI. Adapaun secara lengkapnya, tahap pelaksanaan ini disusun seperti bagan dibawah ini ;



Gambar 5. Flow Chart Pemasangan Indikator Ruang Bearing

Persiapan

Persiapan diperlukan untuk menyiapkan segala peralatan dan material utama dan pendukung pemasangan indikator temperatur ruang *bearing*. Berikut ini adalah material utama dan pendukungnya :

1. Termokopel type K dengan panjang 7 meter (termokopel ini sudah sesuai dengan standar dan tahan dalam suhu ruang turbin *bearing* dan *tunnel exhaust*) karena jenisnya sama dengan yang terpasang untuk monitoring temperatur *bearing* turbin.

Gambar 6. Termokopel Tipe-K

2. *Temperature Transmitter* merk INOR jenis IPAQ-L.
   Merupakan *transmitter* yang sangat efektif untuk digunakan. *Range* kerjanya dapat di *setting* sesuai kebutuhan.

Gambar 7. Temperature Transmitter

3. Kabel Termokopel dengan panjang 5 meter sebagai sambungan dari terminal kabel.
4. Terminal kabel sebagai penyambung kabel termokopel.
5. Klem kabel dan dan baut pengikatnya.
6. *Connector* dan *flexible housing* untuk pelindung kabel dan kerapian kabel termokopel**.**

Kalibrasi

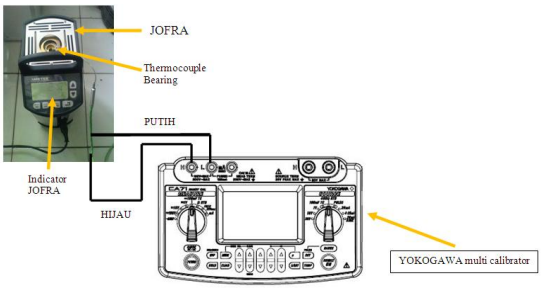
Pengertian / arti kalibrasi menurut wikipedia adalah proses verifikasi bahwa suatu akurasi alat ukur sesuai dengan rancangannya. Kalibrasi biasa dilakukan dengan membandingkan suatu standar yang tertelusur dengan standar nasional maupun internasional dan bahan-bahan acuan tersertifikasi. Sebelum dilakukan pemasangan diperlukan kalibrasi agar hasil yang pengukuran temperatur lebih akurat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kalibrasi termokopel

Termokopel dikalibrasi dengan menggunakan temperatur kalibrator sesuai *range* kerja temperatur antara 50 °C s/d 150 °C. Temperatur kalibrator ini dapat membangkitkan temperatur sesuai dengan besaran yang kita inginkan. Adapun langkah-langkah dalam mengkalibrasi termokopel adalah sebagai berikut:

a. Siapkan material dan peralatan, seperti:
   1) Termokopel.
   2) *Heater/Temperature Calibrator* (JOFRA).
   3) Multikalibrator (Yokogawa).
b. Nyalakan *temperature/heater calibrator* (JOFRA). Atur suhu yang diinginkan, mulai dari 50°C s/d 150°C.
c. Ukur output termokopel sebelum dipanaskan menggunakan multikalibrator. Pastikan output termokopel menunjuk suhu ruangan. Bandingkan dengan termometer jika ada.
d. Masukan termokopel kedalam *heater.* Tunggu sampai suhu pada *heater* mencapai nilai yang diinginkan.
e. Ukur output termokopel dengan multikalibrator.



Gambar 8. Kalibrasi Termokopel

f. Catat hasil pengukuran.
g. Jika selesai, turunkan nilai temperatur *heater* hingga mencapai suhu ruangan. Matikan *heater.*

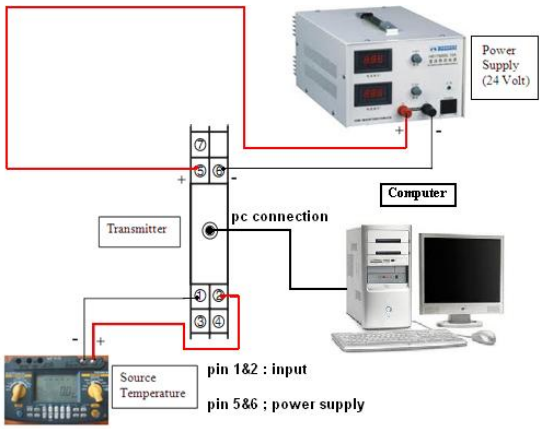
Tabel 2. Hasil Pengukuran Termokopel

INPUT (°C)	OUTPUT (°C)		
	PENGUKURAN 1	PENGUKURAN 2	PENGUKURAN 3
50	49.9	50	50.2
60	60	60.1	60
70	69.8	70	70
80	80	80	79.9
90	89.8	90	90.1
100	99.9	100	100
110	110	110	109.9
120	120	119.9	120
130	130	130.1	130.1
140	139.9	140	140
150	149.9	150	150

Apabila penunjukan multikabrator dan temperatur kalibrator menunjuk nilai sesuai standar, maka termokopel dapat digunakan untuk indikator temperatur ruang *bearing.*

1. Kalibrasi *temperature transmitter*.
   Temperature transmitter yang digunakan adalah pabrikan INOR tipe IPAQ-L. Untuk melakukan kalibrasi ataupun *adjustment* harus menggunakan *software* khusus dari INOR. *Software* yang dipakai adalah Ipro v4.31.
   Mengkalibrasi *temperature transmitter* bisa dilaksanakan di lokal area maupun di bengkel/*workshop*. Untuk mengukur arus listrik keluaran dari *temperature transmitter* tipe IPAQ-L bisa tanpa menggunakan ampere meter, yaitu langsung dihubungkan dengan komputer dan *software* Ipro v4.31.
   Karena *temperature transmitter* ini masih baru dan belum ada program didalamnya. Maka harus dilakukan *loading* program, yaitu memasukan data atau *range* kerja yang diinginkan. Adapun caranya adalah sebagai berikut:
   a. Siapkan material dan peralatan, seperti:
      1) *Temperature transmitter* INOR
      2) Power supply 24 vdc
      3) injector source temperature
      4) Komputer dengan *software* Ipro v4.31
      5) Obeng (+)

b. Setelah semua peralatan terpenuhi, susun peralatan sesuai rangkaian pada gambar dibawah:



Gambar 9. Kalibrasi Temperature Transmitter

c. Setelah semua terpasang, buka *software* Ipro v4.31 pada komputer. Hidupkan *power supply*. Kemudian klik pada button *"read from transmitter"*, ini dimaksudkan agar kita bisa melihat data yang sudah ada pada *transmitter*.
d. Setelah data dari *transmitter* dapat dilihat di komputer, selanjutnya masukan data *input* seperti tipe termokopel, *input minimum,* dan *input maximum.* Kemudian klik *button "transfer to transmitter"*. Dengan ini proses *loading* sudah selesai.
e. Langkah selanjutnya adalah mengkalibrasi dengan memberi *input* temperatur mulai dari 0%, 25%, 50%, 75%, 100%.
f. Lihat penunjukan arus pada *output bargraph*. Jika hasilnya sudah linear, maka hasil kalibrasi dikatakan baik. Namun bila masih kurang akurat, maka perlu dilakukan kalibrasi ulang dengan merubah nilai penyimpangannya.
g. Catat hasil kalibrasi.

Tabel 3. Hasil Kalibrasi

INPUT (°C)		OUTPUT (°C)	
%	(°C)	(°C)	mA
0	0	0	4
25	37.5	37.5	8
50	75	75	12
75	112.5	112.5	16
100	150	150	20

h. Setelah melaksanakan kegiatan kalibrasi, hal yang tak kalah pentingnya adalah merapikan kembali peralatan-peralatan yang telah digunakan, dan membersihkan area kerja seperti sedia kala.

4.2. Pemasangan dan penyambungan

Langkah selanjutnya setelah persiapan dan kalibrasi adalah proses pemasangan/instalasi sensor termokopel dari ruang *bearing* sampai ruang monitor. Pemasangan termokopel hanya bisa dilaksanakan saat Overhaul atau Inspection tipe-C.

Pemasangan sensor termokopel temperatur ruang *bearing* dilakukan bersamaan dengan pemasangan sensor termokopel *bearing 1.* Sensor termokopel dipasang di dalam ruang pedestal *bearing* turbin pada saat *upper casing bearing* masih belum terpasang.

Dalam tahap pemasangan sensor termokopel, koordinasi dengan bidang mekanik menjadi hal yang sangat penting. Pastikan bahwa bidang mekanik sudah selesai dalam proses inspeksi *bearing,* sehingga tidak terjadi bongkar pasang *bearing* lagi. Berikut adalah tahap pemasangan dan penyambungan:

1. Pasang sensor termokopel di dalam ruang *bearing*. Biarkan dalam posisi menggantung agar tidak menyentuh bagian apapun, sehingga penunjukan temperatur lebih akurat karena hanya tertuju pada temperatur ruang *bearing* (bukan temperatur *return oil*).
2. Klem sensor termokopel pada dinding ruang *bearing* supaya lebih kuat dan tidak berubah posisi saat unit beroperasi. Karena klem yang digunakan cukup besar, maka bisa digabungkan dengan kabel sensor termokopel *bearing 1*.
3. Keluarkan kabel termokopel melalui lubang termokopel *bearing.* kemudian masukan kedalam *conduit flexible,* sebagai pelindung kabel dari sentuhan langsung dengan objek panas dan pelindung dari kerusakan kabel akibat terinjak atau tertimpa alat berat. Lapisi *head connector* dengan silikon merah untuk mencegah terjadinya kebocoran minyak pelumas. Kemudian masukan kedalam pipa yang sudah dilapisi isolator.
4. Sambungkan ujung kabel termokopel dengan *temperature transmitter*. Pastikan kutub positif dan kutub negatif pada termokopel tidak tertukar, karena bisa membuat penunjukan temperatur tidak sesuai.

4.2.1. Konfigurasi HMI

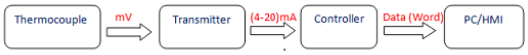
HMI merupakan proses memvisualisasikan kejadian, peristiwa, atau pun proses yang sedang terjadi di *plant* secara nyata sehingga dengan HMI operator lebih mudah dalam melakukan pekerjaan fisik (Irvine, 2001). *Human Machine Interface (HMI)* atau juga sering disebut juga *Man Machine Interface (MMI)* adalah suatu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk memonitor atau mengendalikan sebuah proses atau mesin. *HMI* secara umum memiliki kemampuan sebagai berikut :

1. Menampilkan gambaran atau *mimic* proses atau mesin yang sedang berlangsung
2. Memonitor dan mengontrol data-data yang berlangsung secara *realtime*
3. Fungsi *alarm*, *trend data*, analisis data

Aplikasi *HMI* pada umumnya tidak berhubungan langsung dengan peralatan yang dikendalikan, akan tetapi melalui perantara *data server*. *Data server* yang digunakan di *gas turbine* adalah berupa program *OPC (Ole for Process Control)*. Sistem *HMI* di PLTGU Muara Tawar

sendiri terdiri dari beberapa sistem atau modul, diantaranya adalah *Process Operator Station (POS), Plant Management System, Control Diagnostic System*, maupun panel manual yang sengaja disediakan untuk tujuan tertentu ketika proses otomatis tidak dapat berjalan sebagaimana mestinya.

Semua konfigurasi HMI dilakukan oleh teknisi bidang kontrol instrumen UP Muara Tawar yang punya wewenang dalam konfigurasi HMI sehingga nantinya temperatur ruang *bearing* turbin bisa di monitor operator di POS. Berikut alur konfigurasinya:



Gambar 10. Flow Chart dari Termokopel Sampai HMI

4.2.2. Function test

Function test dilakukan untuk menguji fungsi temperatur ruang *bearing* turbin yang telah terpasang berjalan normal. Proses *function test* ini hampir sama dengan proses kalibrasi *temperature transmitter,* yaitu dengan memberi injeksi temperatur pada *temperature transmitter* menggunakan multikalibrator atau *injector source temperature*.

Dengan membandingkan nilai masukan dan nilai penunjukan pada layar monitor, maka dapat ditentukan hasil dari *function test* tersebut dinyatakan berhasil atau tidak. Karena sebelumnya *temperature transmitter* sudah di kalibrasi, maka tujuan *function test* ini adalah untuk menguji instalasi dari *temperature transmitter* sampai *card* A/I.

5. KESIMPULAN

Setelah menyelesaikan pembuatan sistem monitoring temperatur ruang *bearing* sebagai indikator kebocoran gas panas pada *bearing* turbin, dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Dengan dibuatnya sistem monitoring temperatur ruang *bearing* dapat memudahkan tim enjinering untuk melakukan kajian dalam permasalahan meningkatnya nilai temperatur *bearing* turbin.
2. Salah satu faktor penyebab meningkatnya nilai temperatur *bearing* adalah karena adanya kebocoran gas panas dari pembakaran gas turbin yang masuk kedalam ruang *bearing.*
3. Sistem monitoring temperatur ruang *bearing* dapat digunakan sebagai indikator adanya kebocoran gas panas yang masuk kedalam ruang *bearing*.
4. Koordinasi dengan teknisi instrumen UP Muara Tawar berjalan dengan baik, hal ini terbukti dengan dibuatkannya konfigurasi HMI untuk sistem monitoring temperatur ruang *bearing*, dimana kewenangan untuk mengubah atau menambah konfigurasi HMI hanya dipegang oleh teknisi instrumen UP Muara Tawar.

Daftar Pustaka

1. Hutagalung, Sutrisno Salomo (2010). *Calibration and Adjusment of Measuring Instruments*. Bogor.
2. Hutagalung, Sutrisno Salomo (2011). *Industrial Process Control*. Bogor.
3. Artono, Raldi (2002). *Perpindahan Kalor*. Salemba empat.
4. Horn, Peter (2014). *Bearing Mechanical. From* http://en.wikipedia.org/wiki/Bearing_mechanical , 7 Januari 2015.
5. Zikriaulio (201). *Panas. From* http://id.wikipedia.org/wiki/Panas, 7 Januari 2015.
6. Hysocc (2014). *Termokopel. From* http://id.wikipedia.org/wiki/Termokopel, 7 Januari 2015.
7. Maksus, Adang (2011). *Pemeliharaan Temperature Transmitter PLTGU UP Muara Tawar.* Jakarta.