

## Study Case

### Deteksi *Stator Wedges Looseness* dengan Teknologi *Partial Discharge* Pada Generator

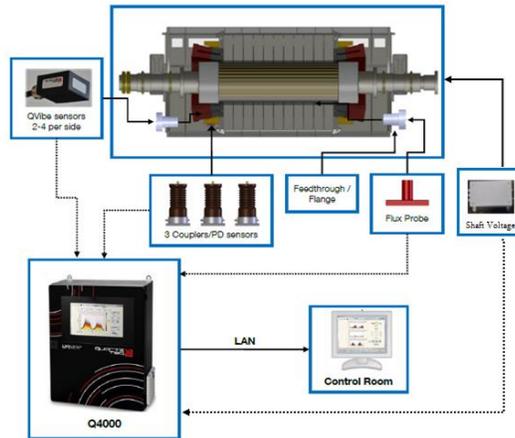
#### Pendahuluan

*Stator wedges looseness* merupakan salah satu *failure mode stator winding* di generator yang memiliki laju kerusakan yang relatif cepat dibandingkan dengan *failure mode* yang lain. Hal ini disebabkan efek dari *loose wedges* berupa pergerakan relatif *winding* terhadap *stator core* yang secara abrasif, merusak *semiconductive coating* di permukaan *winding* generator dalam *stator slot*. Kerusakan *semiconductive coating* mengakibatkan terjadinya *partial discharge* di permukaan generator yang kemudian merusak insulasi *winding* dalam *slot*. Dalam hal ini, terjadi dua kejadian secara bersamaan, gesekan *winding* dengan *stator core* yang menyebabkan terkikisnya *coating* insulasi dan *partial discharge* yang merusak insulasi. Akibat dari hal ini, terjadi akselerasi kerusakan *winding* yang bisa berakibat terjadinya *catastrophic failure* pada generator.

Kegagalan pada insulasi *stator winding* dapat dikelola salah satunya melalui pengukuran *partial discharge*. Khusus untuk *failure mode stator wedge looseness*, hanya dapat dikelola melalui pengukuran *partial discharge* secara *online* (dalam kondisi mesin beroperasi). Hal ini disebabkan oleh pengaruh pergerakan relatif *stator winding* terhadap *stator core* yang hanya terjadi dalam kondisi mesin tersebut beroperasi. Selain itu, kompetensi data analisis menjadi keharusan untuk mampu mendiagnosa, menganalisa, menarik kesimpulan, dan memberi rekomendasi secara tepat.

#### Sistem Akuisisi Data

Sistem *monitoring* secara *online* pada generator tersebut memiliki konfigurasi sebagai berikut:



Sistem tersebut menggunakan:

1. Sensor *Partial Discharge* 1 nF untuk mengelola failure mode pada insulasi *stator winding*
2. *Rotor Flux Probe* untuk mengelola *failure mode* pada insulasi rotor

Pemilihan sensor *partial discharge* dengan kapasitansi 1 nF didasarkan pada sensitivitas yang paling optimal. Hal ini berdasarkan data berikut ini:

IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. 14, No. 4, December 1999

### Increased Sensitivity of Capacitive Couplers for In-Service PD Measurement in Rotating Machines

H. Zhu, M. IEEE, V. Green, M. IEEE, M. Sasic, M. IEEE  
 ADWEL International Ltd.  
 Toronto, Ontario  
 Canada

S. Halliburton  
 Associated Electric Cooperative Inc.  
 Springfield, Missouri  
 USA

The partial discharge spectrum was measured and was compared with the bandwidths of their couplers (1000, 500, 80pF into 50 Ohms), original Figure from publication:

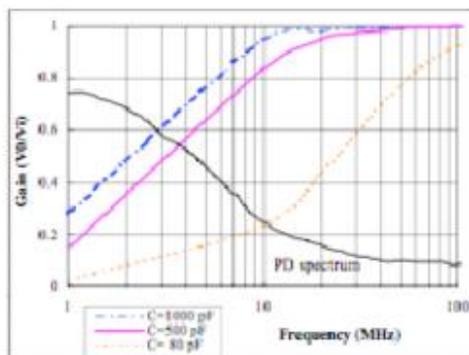


Fig. 3 Frequency characteristics of the detection circuit with various PDA capacitive couplers.

Hasil penelitian tersebut memaparkan bahwa untuk sinyal *partial discharge* yang sama, sensor dengan kapasitansi 1 nF mampu memberikan data dengan pelemahan sinyal (*atenuasi*) yang minimal dibandingkan sensor dengan kapasitansi 500 pF, dan 80 pF.

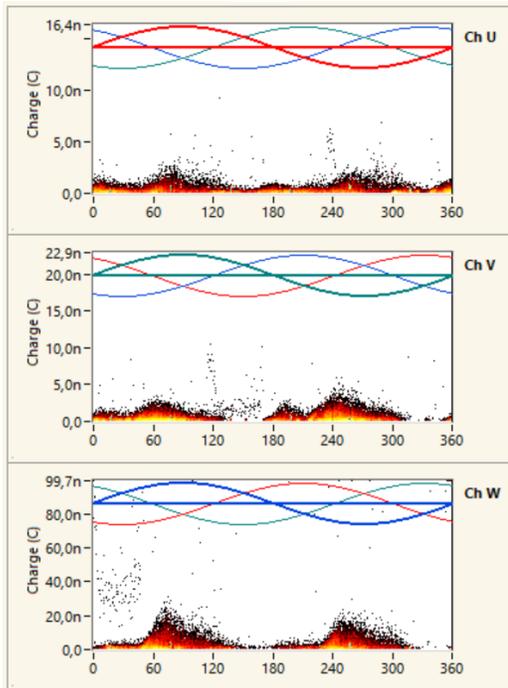
Adapun *Bandwidth* yang digunakan dalam pengukuran ini adalah pada 0.5 – 10 MHz. *Bandwidth* ini berdasarkan IEC 60270 merupakan kombinasi *Low Frequency – High Frequency* yang memberikan keuntungan berupa sensitivitas yang bagus karena mampu mendeteksi kejadian PD di winding yang lebih dalam dibandingkan dengan pengukuran dengan *frequency cut-off* diatas 30 MHz.

#### ID Mesin

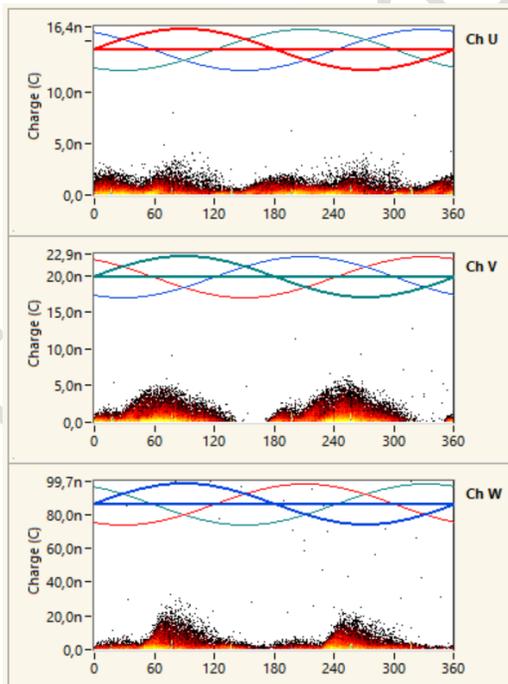
<b>General Information</b>	
Manufacturer	CCJEC
Power	110 000 kVA
Voltage	13800 V
Current	1250 A
Frequency	50Hz
Power Factor	0.85
Rot. Speed	3000 rpm
Constr. Date	July.2010
Cooling System	air
Insulation Class	F

## Finding

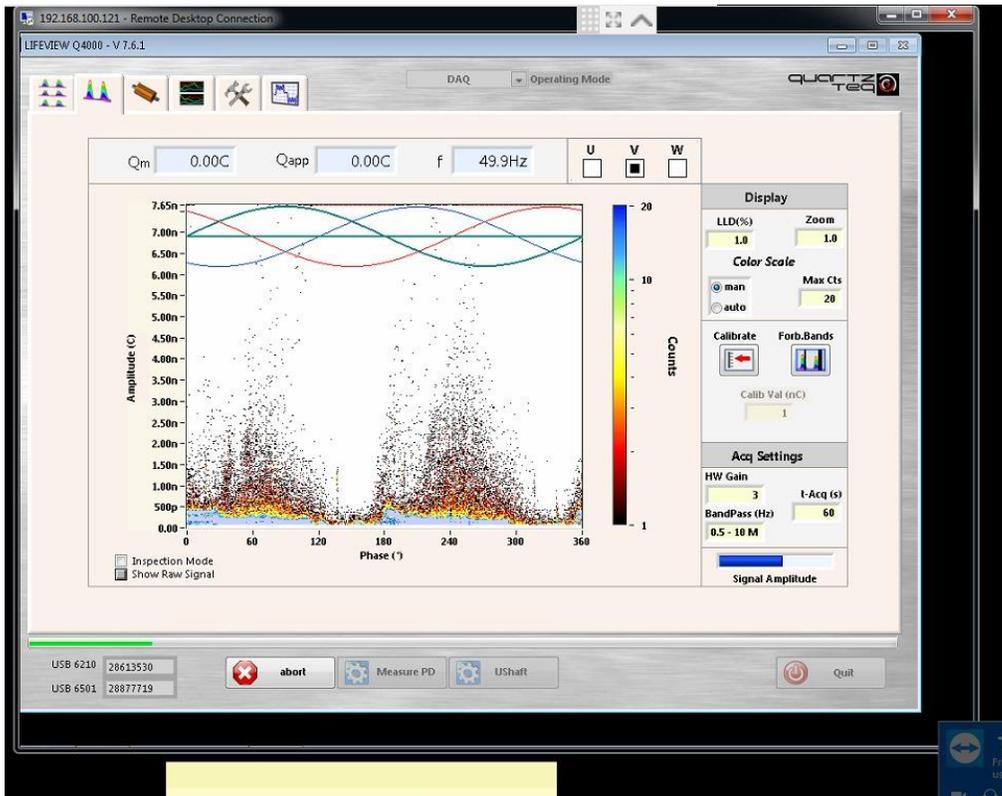
### 1. Pengukuran Pada 50 MW



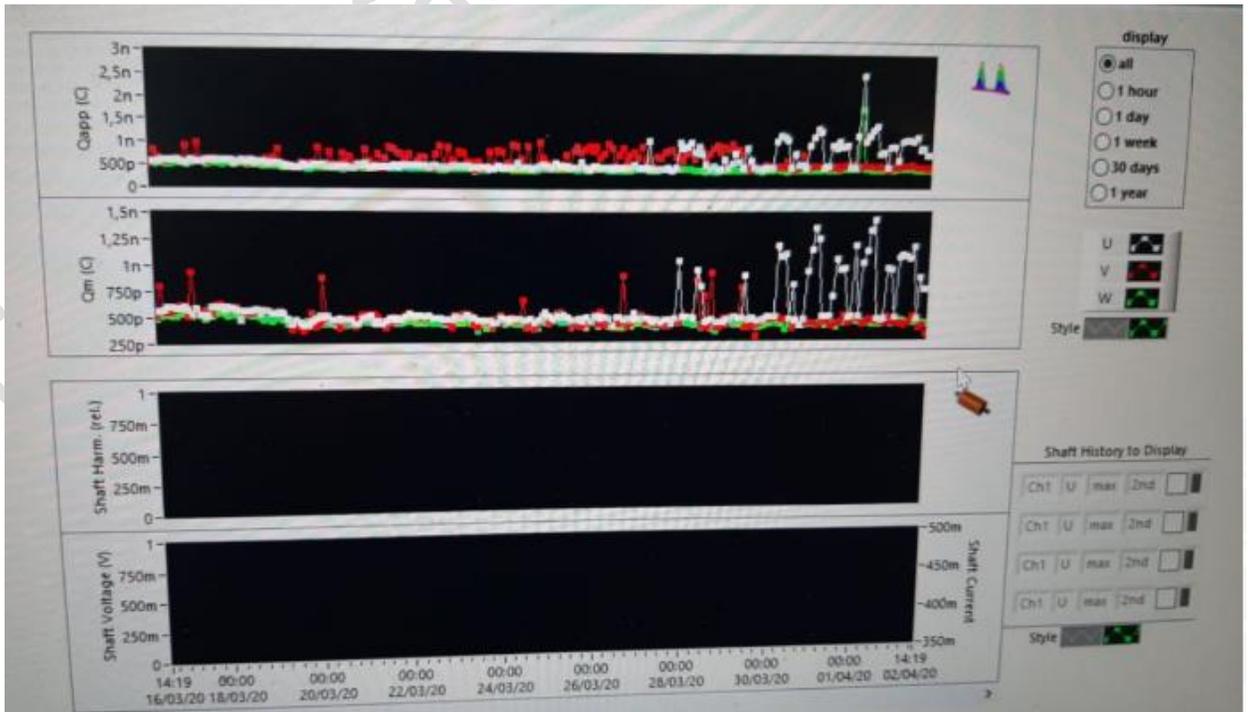
### 2. Pengukuran Pada 80 MW



### 3. Detail PRPD Plot



### 4. Trending



## Diagnosa

1. Dari data 1 dan data 2 diatas, Pada Fasa S, terdapat perubahan magnitude *Partial Discharge* akibat perubahan beban. Sehingga, fenomena *partial discharge* ini dipengaruhi oleh dan berbanding lurus dengan pembebanan generator.
2. Dari PRPD plot, menunjukkan indikasi *surface discharge* yang ditandai dengan *cluster* pada *negative AC cycle* yang dominan. *Surface discharge* pada generator bisa diakibatkan oleh loose winding, slot discharge, atau coating problem.
3. Data trending menunjukkan trending yang stabil.

## Analisa

Indikasi *surface discharge* yang dipengaruhi oleh dan berbanding lurus dengan pembebanan merupakan indikasi *loose wedges*. Data trend yang stabil mengindikasikan kondisi *winding* dalam keadaan stabil. Kedua hal ini menunjukkan indikasi *loose wedges* ini berada pada fase awal yang belum merusak kondisi *semiconductive coating* pada permukaan *stator winding*.

## Kesimpulan

Terdapat indikasi *loose winding* pada *steam-turbine* generator tersebut dan kondisi insulasi winding masih stabil.

## Rekomendasi

1. *Close monitor* untuk memantau kondisi *stator winding insulation* dengan memantau data trend. Kenaikan trending sebesar lebih dari 1.5 kali dalam 6 bulan mengindikasikan *rapid deterioration*. Dalam kondisi trending stabil atau naik dengan laju kenaikan dibawah 1.5 kali lipat dalam 6 bulan, tidak perlu mempercepat *Overhaul*.
2. Pada saat *Overhaul*, lakukan inspeksi kekencangan *wedges* pada *steam turbine* generator tersebut dan melakukan pengencangan pada *wedges* yang terindikasi *loose* berdasarkan hasil inspeksi.

### Follow-up Action

Pada saat *Overhaul*, dilakukan inspeksi kekencangan *wedges* dengan hasil sebagai berikut:



Hasil inspeksi kekencangan *wedges* menunjukkan terdapat indikasi *looseness* pada *wedges* yang ditandai dengan warna merah pada nomor-nomor *wedges* seperti pada gambar diatas.

## Penutup

Implementasi teknologi *partial discharge monitoring* mampu secara efektif mengelola kondisi *insulasi stator winding*. Tentu saja implementasi teknologi ini perlu didukung oleh *technology owner* yang kompeten dalam memberikan informasi terkait data *condition monitoring*, dalam hal ini teknologi *partial discharge*.

PT. Tiara Vibrasindo Pratama berkomitmen untuk memberikan solusi pengelolaan asset terbaik termasuk dalam pengelolaan kondisi (*condition management*) melalui implementasi teknologi *condition monitoring* guna mendeteksi sedini mungkin indikasi kegagalan pada generator maupun asset kritikal lainnya. Selain dari aspek teknologi, TVP concern terhadap *development* kompetensi user yang dibangun dengan **training** untuk aspek *knowledge*, **coaching** untuk aspek *skill*, dan **mentoring** untuk aspek *attitude*. Diharapkan dengan implementasi teknologi dan development personel yang kompeten, informasi hasil analisa data *condition monitoring* dapat menjadi landasan dalam pengambilan keputusan pada asset tersebut.