

Pemberlakuan Perhitungan Transaksi Fundamental Power dengan Revenue Meter Berbasis Power Quality pada Trafo Tenaga Maupun Trafo Konsumen Tegangan Tinggi (KTT)

Seiring dengan perkembangan teknologi, saat ini segala jenis peralatan telah mengalami metamorfosa yang luar biasa. Tujuannya tak lain adalah untuk semakin memudahkan hidup manusia. Tak terkecuali teknologi kelistrikan. Perkembangan pesat teknologi kelistrikan saat ini terlihat pada teknologi **semi-conductor** atau istilah lain adalah teknologi **penyearahan**. Hal ini dapat dilihat dari peralatan listrik yang kita gunakan sehari-hari yang bentuknya semakin ringkas, elegan namun sangat hemat energi seperti *charger* HP, *charger* laptop, lampu LED, TV LED, pendingin ruangan, *datacenter*, dsb.

Dengan ditemukannya teknologi penyearahan inilah, mengapa saat ini telah beredar luas peralatan listrik yang hemat energi dan ramah lingkungan. Pertanyaannya bagaimana hal tersebut bisa terjadi? Penjelasan singkatnya akan kita bahas disini, namun secara teknis perlu diperhatikan bahwa inovasi teknologi penyearahan ini akan menimbulkan efek yang merugikan bagi peralatan PLN yakni Harmonisa pada trafo tenaga.

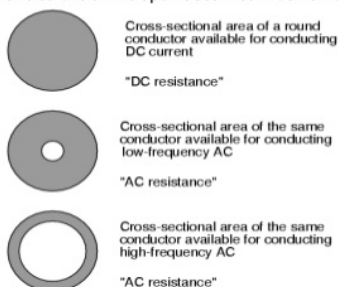


Harmonisa adalah gelombang sinusoidal tegangan atau arus yang memiliki frekuensi kelipatan dari frekuensi fundamentalnya. Bila harmonisa menyatu dengan gelombang frekuensi fundamentalnya, maka akan mengakibatkan bentuk gelombangnya tidak sinus lagi.

Dengan semakin bervariasinya jenis dan karakter beban (linear dan non linear telah terbaur) yang dipikul oleh sebuah trafo, maka semakin tinggi potensi harmonisa yang dialami trafo tersebut. Semakin tinggi tingkat/orde harmonisasinya, maka akan semakin tinggi pula frekuensi yang dihasilkan. Frekuensi harmonisa bernilai jutaan Hertz (MHz), sedangkan frekuensi fundamental bernilai 50 Hz. Dan frekuensi-frekuensi tersebut mengalir pada periode waktu yang sama dalam satu penampang/konduktor. Hal inilah yang dinamakan dengan **skin effect**.

Skin Effect

- ❑ At 60 Hz in copper, the skin depth is about 0.65 μm .
- ❑ Due to the skin effect AC resistance increases in conductor
- ❑ At high frequencies the skin depth becomes much smaller.



Dari gambar disamping dijelaskan bahwa semakin tinggi frekuensi harmonisa yang dihasilkan, maka semakin tipis luas penampang yang dilalui arus listrik. Dengan semakin tipisnya luas penampang tersebut, maka akan berbanding lurus dengan panas yang ditimbulkan.

Harmonisa yang paling membahayakan adalah harmonisa ke-5 dan setiap penambahan 6 yakni 11, 17, 23, 29, 35, 41, 47, 53, 59, dst. Karena harmonisa ini arahnya berlawanan dengan harmonisa ke-1 (fundamental). Inilah yang dinamakan harmonisa urutan negatif (**Negative Sequence Harmonic**).

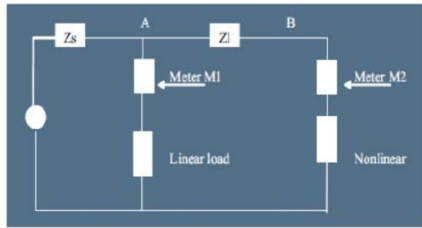
Itulah mengapa sebabnya, saat ini sangat banyak ditemukan trafo tenaga di GI-GI tidak dapat dibebani 100%. Hal inilah yang disebut dengan istilah **derating**. Seolah-olah trafo tersebut telah dibebani di atas 100% padahal penunjukan MW baru sekitar 75% dari kapasitas trafo. Hal ini juga dapat berpotensi mempendek umur (*lifetime*) trafo. Sehingga sejatinya parameter yang saat ini perlu diamati dan diperhatikan oleh operator GI bukan lagi penunjukan MW yang telah mencapai 80% atau 90% namun perhatian kita seharusnya cenderung pada pengaman relay mekanis trafo seperti *Bucholtz*, *Jansen Relay*, *Winding Temperature* dan *Oil Temperature Relay* dan relay lain yang berhubungan dengan panas trafo. Dan bisa jadi harmonisa inilah yang menjadi penyebab terbanyak terbakarnya trafo-trafo di PLN yang mengakibatkan kerugian milyaran rupiah.

Dari penjelasan panjang di atas dapat disimpulkan bahwa **“perkembangan teknologi kelistrikan hemat energi membawa dampak yang membahayakan bagi asset PLN terutama trafo tenaga”**.

Sudah semestinya saat ini mulai diberlakukan perhitungan jual beli transaksi tenaga listrik menggunakan energi fundamental (*fundamental power*) dimana **fundamental power** adalah beban murni yang disalurkan oleh PLN sebelum terjadinya proses harmonisasi pada beban (trafo). Dimana proses harmonisasi adalah proses perlawanan beban fundamental frekuensi 50 Hz dengan frekuensi tinggi bernilai MHz. Dengan proses perlawanan

inilah beban murni yang disalurkan oleh PLN dapat direduksi sehingga timbullah energi yang saat ini terukur yang dinamakan dengan **Total Power**.

Energy in Harmonics



Total power $P = E1I1\cos1 + E2I2\cos2 + E3I3\cos3 + \dots + EnIn\cosn$

First component is fundamental power & other components are power in harmonic components. Sign of the various component depend on direction of harmonics

Economic impact on Energy

Total and fundamental power measured at point A and B		
	Meter M1	Meter M2
Total power KT (watt)	464.6	505
Fundamental power KW (watt)	461.9	531
KT-KW	2.7	-26
%change w.r.t fundamental	0.585%	-4.896%

these results are taken by simulating the loads and high line impedances to enlarge the effect of harmonics © Secure Meters Ltd

Dari percobaan yang dilakukan pada gambar disamping, bahwa titik ukur M1 dan M2 merupakan meter yang sudah dapat mengukur beban fundamental dan juga beban total. Dapat dilihat bahwa pada beban non linear dengan harmonisa tinggi dapat terukur oleh meter M2 mengalami selisih bila dibandingkan dengan meter M1 antara pengukuran *total power* dengan *fundamental power* yakni -26 Wh.

Bisa dibilang di era perkembangan teknologi saat ini, beban yang dipikul oleh trafo tenaga milik PLN 95% adalah beban non linear.

Artinya bila hal hal ini dapat diimplementasikan maka akan

berpotensi untuk meningkatkan pendapatan (*revenue*) yang sangat signifikan bagi PLN.

Saat ini di Indonesia belum banyak *revenue meter* dengan fitur ini terinstall di lapangan. Jikalau ada fitur ini masih belum diaktifkan. Meter yang terinstall di PLN saat ini hanya mampu mengukur *total power*, belum dapat memilah-milah antara *total power*, *fundamental power* dan frekuensi harmonisa yang dibangkitkan dari sisi beban.

Tentu saja pemberlakuan perhitungan transaksi fundamental power ini memerlukan sosialisasi menyeluruh kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penggunaan energi listrik, dan juga diperlukan adanya MOU atau Perjanjian Jual Beli Tenaga Listrik (PJBTL) lanjutan antara kedua belah pihak yakni PLN selaku penyedia bisnis kelistrikan (*utility*) dan juga konsumen selaku pembeli (*customer*). Dan hal ini merupakan tantangan kita ke depan.

Demikian ide kreatif ini dapat kami bagikan. Mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi PLN di kemudian hari.

LASKAR PLN..... Modern, Mandiri, Berintegritas !!!

Bimbi Islakhudin,

Sobat LASKAR PLN dari sub bidang Transaksi Tenaga Listrik Bidang Operasi Sistem Pusat Pengatur Beban