

## PENENTUAN ARUS INDUKSI GEOMAGNET PADA JARINGAN LISTRIK

Anang Mawardi, Buyung S Munir, Muhammad Firmansyah, Didik F. Dakhlan,  
Dedy Sunarto

PT PLN (Persero) Pusat Penelitian dan Pengembangan Ketenagalistrikan  
JL. Duren Tiga Jakarta 12760. PO BOX 6701 / JKSRB, Jakarta 12067  
TLP. : (021) 7973774 (021) 7980190, (021) 7982035 (HUNTING), FAX (021)  
7991762 WEB : [www.pln-litbang.co.id](http://www.pln-litbang.co.id)  
[anang.mawardi@pln.co.id](mailto:anang.mawardi@pln.co.id), [buyungsm@pln.co.id](mailto:buyungsm@pln.co.id), [muhammad.firmansyah@pln.co.id](mailto:muhammad.firmansyah@pln.co.id),  
[didik.fauzi@pln.co.id](mailto:didik.fauzi@pln.co.id), [dedys@pln-litbang.co.id](mailto:dedys@pln-litbang.co.id)

### Abstract

Geomagnetic Induced Current (GIC) is a current generated from geomagnetic field fluctuations caused by a geomagnetic storm, as effect from solar activity. GIC can influence on the reliability of electric power systems, where GIC flow as the DC current through the transformer neutral point and walk along the electric power grid. According to the cycle of solar activity, geomagnetic storms will increase and predicted to reach its peak in 2013. This paper discuss about GIC measurement in power grids PT PLN. Measurements were conducted by using a *clamp* meter AC-DC and AC *clamp* meter on the transformer neutral point. The data obtained were processed by separating the components of alternating current and direct current to get the value of GIC current. GIC current value is then compared with the solar activity that occurred during the measurement is made. The relationship between the current values of GIC with solar activity will be used to estimate the magnitude of GIC currents flowing on the power grid if the cycle of solar activity increases and reaches its peak in 2013, so it can be anticipated effects on power grids.

### Abstrak

*Geomagnetic Induced Current* (GIC) merupakan arus induksi yang dihasilkan dari fluktuasi medan geomagnet yang terjadi akibat *Geomagnetic Storm* (Badai Geomagnet), yang merupakan imbas dari aktivitas matahari. GIC ini berpengaruh terhadap keandalan sistem tenaga listrik, dimana arus GIC seolah-olah merupakan arus DC yang mengalir melalui titik netral trafo dan berjalan di sepanjang jaringan tenaga listrik. Menurut siklus aktivitas matahari, badai geomagnet akan makin meningkat dan diperkirakan mencapai puncaknya pada tahun 2013.

Makalah ini membahas pengukuran arus GIC di jaringan listrik PT PLN (Persero). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *clamp* pengukur AC-DC dan *clamp* pengukur AC pada titik netral transformator. Data yang diperoleh diolah dengan memisahkan komponen arus bolak balik dan arus searah untuk mendapatkan nilai arus GIC. Nilai arus GIC tersebut kemudian dibandingkan dengan aktivitas matahari yang terjadi pada saat pengukuran dilakukan. Hubungan antara nilai arus GIC dengan aktivitas matahari akan dapat dipakai untuk memperkirakan besarnya arus GIC yang mengalir pada jaringan listrik apabila siklus aktivitas matahari meningkat dan mencapai puncaknya pada 2013, sehingga dapat diantisipasi pengaruhnya terhadap jaringan listrik.

**Kata kunci:** *Geomagnetic Induced Current* (GIC), transmisi, titik netral trafo, jaringan listrik

## 1. PENDAHULUAN

Pada tahun 2012-2013, diperkirakan akan terjadi puncak aktivitas matahari yang mengakibatkan terjadinya badai antariksa atau badai geomagnet [11]. Badai geomagnet menyebabkan perbedaan potensial di permukaan bumi. yang dapat menimbulkan arus induksi pada jaringan tenaga listrik. Arus induksi geomagnet telah menimbulkan masalah di jaringan tenaga listrik pada sejumlah negara yang berdekatan dengan kutub magnet bumi, seperti di Amerika Utara dan Eropa Utara. Namun, belum lama ini, penelitian di Vietnam melaporkan bahwa arus induksi geomagnet juga teramati pada jaringan tenaga listrik 500kV di Vietnam, yang letaknya jauh dari kutub magnet bumi [10].

LAPAN sedang melaksanakan penelitian "Analisis Arus Induksi Geomagnet dan aplikasinya pada Jaringan Listrik", bekerjasama dengan Pusat Ketenagalistrikan PT. PLN, melalui surat LAPAN No. 8/072/1/2010. PLN bertugas melakukan pengukuran arus induksi yang diperkirakan akan mengalir di netral transformator saat terjadinya aktivitas di matahari.

Kajian ini merupakan bagian awal dari analisis arus induksi geomagnet di jaringan listrik. Ruang lingkup kajian ini adalah uraian proses terjadinya GIC dan dampak yang ditimbulkannya pada sistem tenaga listrik, berdasarkan literatur-literatur yang telah dipublikasikan serta pengukuran arus induksi ini di titik netral trafo Interbus Transformer (IBT) 500/150/66 kV dan 150/20 kV. Korelasi kurva  $dH/dt$  maupun Dst index dengan arus induksi geomagnet yang dihasilkan akan ditampilkan.

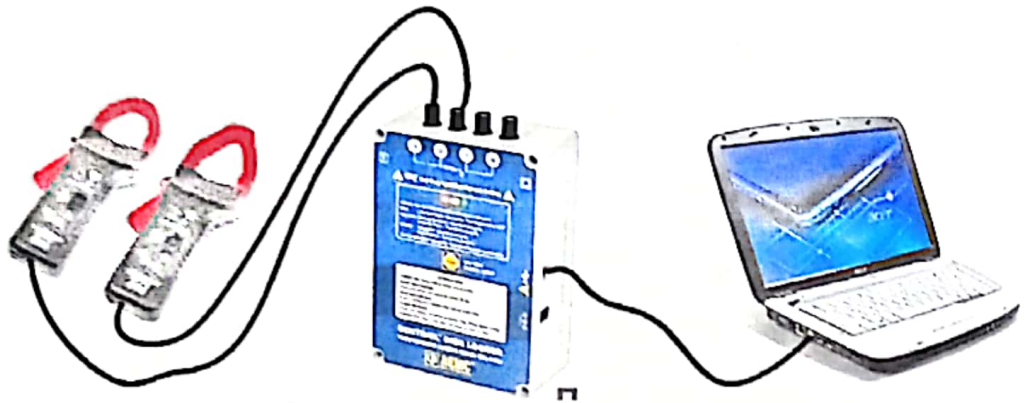
## 2. DATA DAN PENGUKURAN GIC

Pengukuran arus GIC dilakukan di titik netral trafo. Trafo *interbus transformer* (IBT) 500/150/66 kV dipilih untuk pengukuran di sistem Jawa Bali. Sedangkan trafo

150/20 kV dipilih untuk sistem luar Jawa Bali. Penentuan arus GIC dilakukan dengan 2 (dua) cara yakni:

- 1) pengukuran dengan *clamp* AC+DC dan
- 2) pengukuran dengan hanya menggunakan *clamp* AC

Hasil pengukuran dengan *clamp* AC+DC dikurangi dengan arus akibat ketidaksetimbangan beban dan pengukuran dengan hanya *clamp* AC saja. Adapun skema pengukuran terlihat seperti gambar di bawah ini.



Gambar 1: Sistem Peralatan Pengukuran GIC

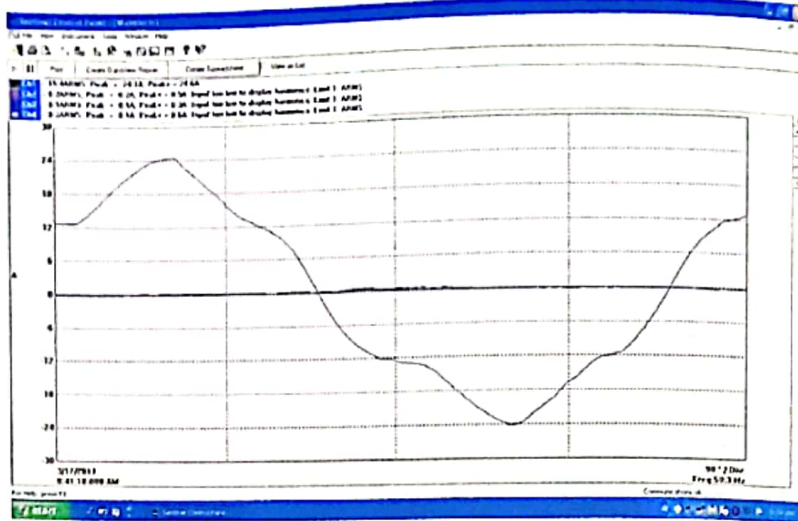


Gambar 2: Pelaksanaan Pengukuran GIC

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran awal yang dilakukan hanya menggunakan *clamp* AC+DC tanpa adanya tambahan *clamp* AC karena keterbatasan alat yang dimiliki. Bentuk gelombangnya pun masih merupakan perpaduan antara komponen ketidaksetimbangan beban yang berupa arus AC dengan frekuensi 50 Hz dan arus akibat GIC.

Bentuk gelombang dari hasil pengukuran arus pada netral IBT Trafo I sisi 500 kV pada GITET Tasikmalaya dapat dilihat pada Gambar 3. Dari gelombang arus tersebut dapat dilihat bahwa gelombang arus netral trafo memiliki frekuensi 50 Hz. Arus netral dengan frekuensi jala-jala tersebut disebabkan oleh ketidakseimbangan beban trafo.



Gambar 3: Bentuk gelombang arus netral pada sisi 500 kV IBT I pada GITET Tasikmalaya

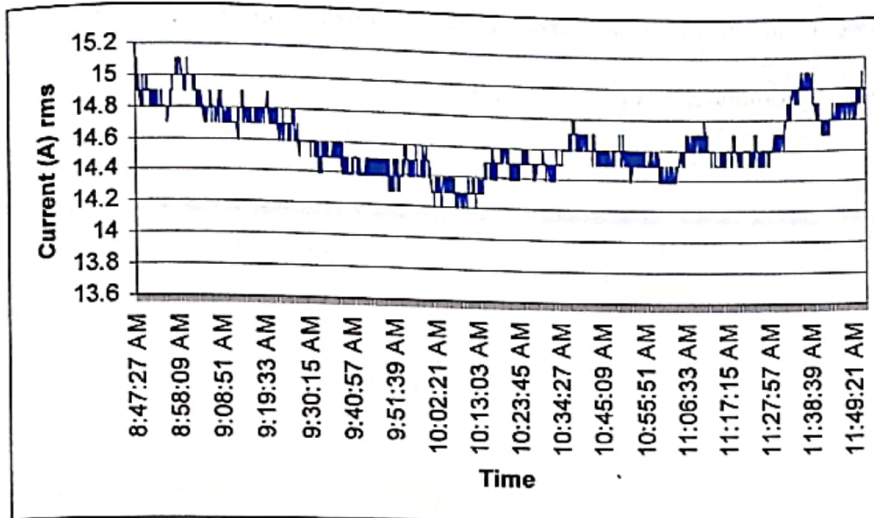
Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa komponen arus DC pada arus netral trafo tidak terlihat jelas. Hal ini disebabkan karena tidak adanya badai matahari pada saat pengukuran. Namun dari perbandingan antara Peak + dengan Peak - dari bentuk gelombang maka dapat dihitung besaran arus DC yang mengalir yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Arus DC} &= \frac{(\text{Peak+}) - (\text{Peak-})}{2} \text{ A} \\ &= \frac{24,6 - 24,1}{2} \text{ A} \\ &= 0,25 \text{ A} \end{aligned}$$

Arus DC pada netral trafo sebesar 0,25 A tidaklah signifikan mempengaruhi trafo. Selain itu, arus DC yang kecil tersebut juga dapat merupakan sinyal noise saja dan bukanlah arus induksi geomagnet.

Arus netral pada trafo kemudian direkam selama beberapa menit dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4. Arus netral yang terekam adalah trend arus netral IBT pada sisi 500 kV dalam rms (root mean square) dengan jangka waktu tertentu. Arus rms

tersebut merupakan penjumlahan arus AC dan DC sehingga tidak dapat dibedakan komponen arus DC pada arus yang terekam.

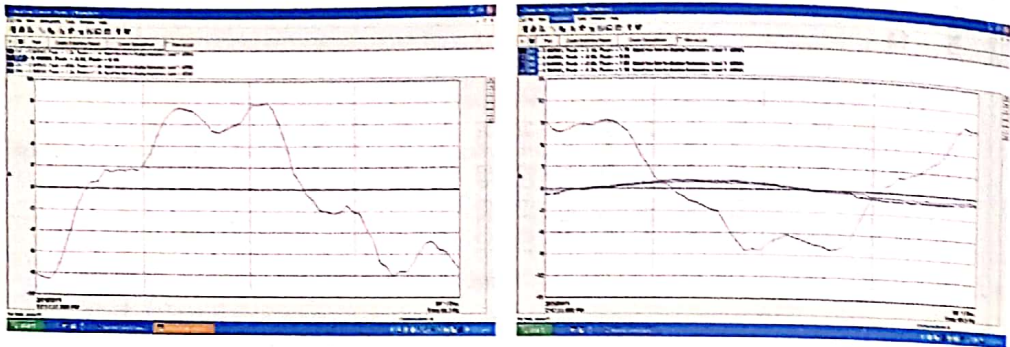


Gambar 4 : Arus netral IBT I GITET Tasikmalaya yang terekam pada data logger.

Bentuk gelombang dari hasil pengukuran arus pada netral IBT Trafo I sisi 500 kV pada GITET Ungaran dapat dilihat pada Gambar 5. Dari bentuk gelombang arus tersebut dapat dilihat bahwa gelombang arus netral Trafo memiliki frekuensi 50 Hz. Seperti pada pengukuran arus netral di GITET Tasikmalaya, frekuensi jala-jala tersebut disebabkan oleh ketidakseimbangan beban trafo.

Pengambilan data arus netral ini dilakukan beberapa hari secara berturut-turut mengingat adanya laporan dari pihak LAPAN tentang adanya badai matahari pada tanggal 23 Maret 2011. Diperkirakan badai matahari tersebut akan mempengaruhi medan magnet bumi pada tanggal 25 sampai dengan 27 Maret 2011. Pada gambar 5a dapat dilihat bentuk gelombang dari arus netral yang mengalir pada sisi 500 kV IBT I GITET Ungaran pada tanggal 24 Maret 2011. Dari gambar 5a dapat dihitung besaran arus netral DC adalah sebesar 0,4 A yang pada GITET Ungaran. Sedangkan pada Gambar 5b dapat dilihat bentuk gelombang dari arus netral yang mengalir pada sisi 500

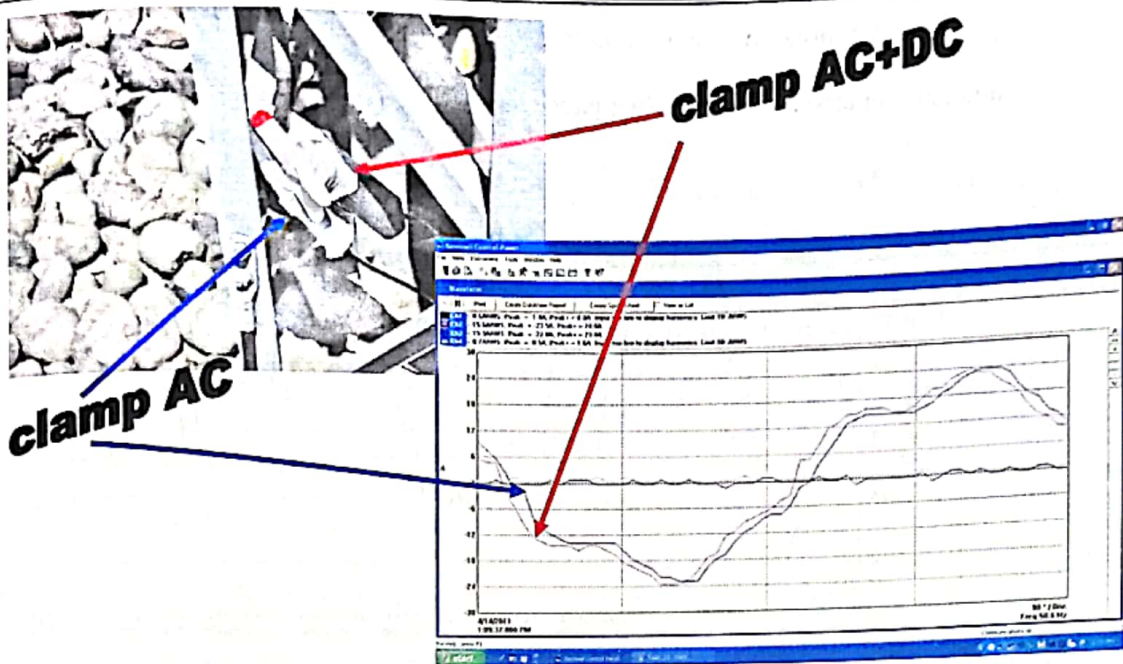
kV IBT I GITET Ungaran pada tanggal 25 Maret 2011. Dari Gambar 5b dapat dihitung besaran arus netral DC adalah sebesar 1,5 A. Terdapat kenaikan arus netral DC yang cukup signifikan jika dibandingkan data yang didapatkan dari tanggal 24 Maret 2011 dengan data dari tanggal 25 Maret 2011. Kenaikan arus DC ini diduga disebabkan oleh adanya induksi geomagnet akibat badai matahari.



a. Pengukuran pada tanggal 24 Maret 2011      b. Pengukuran pada tanggal 25 Maret 2011

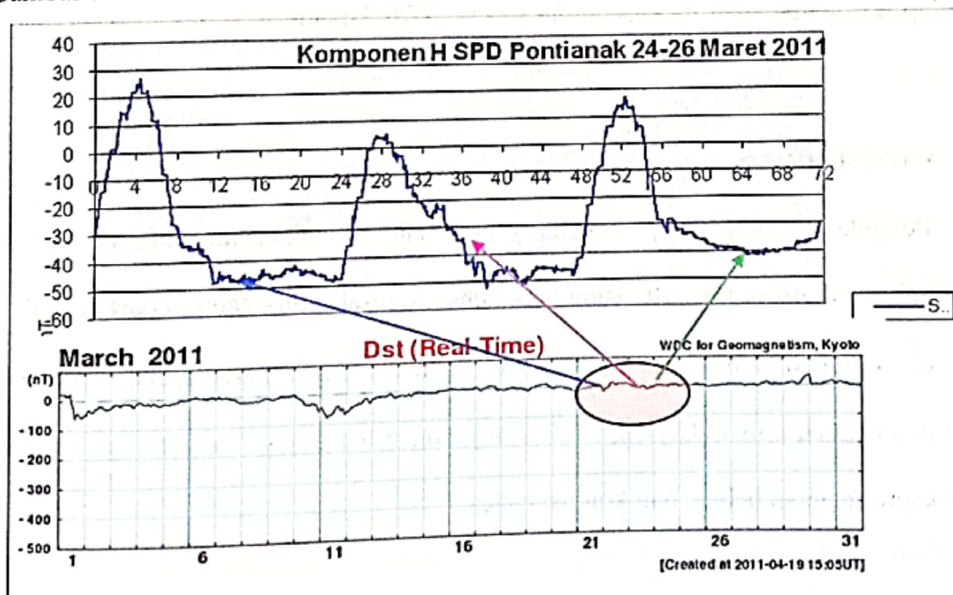
Gambar 5. Bentuk gelombang arus netral pada sisi 500 kV IBT I pada GITET Ungaran

Pada pengukuran berikutnya, alat ukur yang digunakan telah ditambah dengan penggunaan *clamp* yang khusus mengukur arus AC saja sehingga arus GIC dapat diperoleh dengan mengurangkan arus hasil pengukuran *clamp* AC+DC dengan arus hasil pengukuran *clamp* AC. Adapun bentuk gelombang arus yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 6. Bentuk gelombang arus netral pada sisi 500 kV IBT

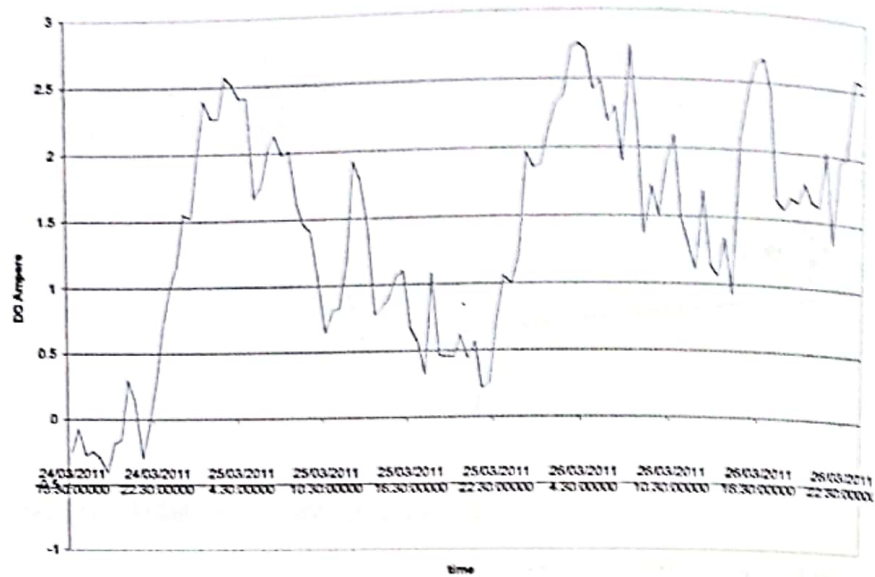
Setelah melakukan pengukuran seperti pada contoh di atas, maka hasil pengukuran akan dikonfirmasi dengan adanya aktivitas matahari yang diwakili dengan kurva Dst index maupun kurva dH/dt yang diperoleh dari LAPAN, seperti dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7: Korelasi antara Dst Index dengan Komponen H Bumi (24-26 Maret 2011)



Adapun arus DC yang terekam di salah satu netral trafo PLN (GITET Ungaran) pada tanggal tersebut dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Arus netral DC IBT I GITET Ungaran hasil ekstraksi dari data yang terekam pada data logger dengan data beban.

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa arus DC hasil ekstraksi data berubah-ubah terhadap waktu dengan nilai maksimum sebesar 2,75 Ampere.

#### 4. KESIMPULAN

Pengukuran maupun percobaan yang telah dilakukan memang belum dapat menemukan besarnya arus GIC yang berpotensi merusak trafo. Namun dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa arus GIC terdeteksi pada jaringan listrik di Indonesia. Selain badai geomagnet, arus GIC yang terukur di jaringan listrik juga sangat tergantung pada ketidaksetimbangan beban, dan kondisi cuaca.

---

## DAFTAR RUJUKAN

- Rohitha Prashad Jayasinghe, "Investigation of Protection Problems due to Geomagnetically Induced Currents", Department of Electrical and Computer Engineering University of Manitoba Winnipeg, Manitoba, Canada. 1996
- P. R. Barnes, D. T. Rizy, B. W. McConnell, F. M. Tesche, E. R. Taylor, Jr. "Electric Utility experience Industry with Geomagnetic Disturbances", Oak Ridge National Laboratory Power Systems Technology Program Oak Ridge, Tennessee 37831 September 1991
- W. Chandrasena, P. G. McLaren, U. D. Annakkage, and R. P. Jayasinghe, "Modeling GIC Effects on Power Systems: The Need to Model Magnetic Status of Transformers" <http://150.162.19.200/congressos/PowerTech/papers/219.pdf>
- John Thomas, Dr. David Cope, "POWER TRANSFORMERS: Saturation Compensation Modeling, Simulation, and Experiments". Engineering Matters, Inc. [www.engineeringmatters.com](http://www.engineeringmatters.com) 14 October 2003
- Whitham D. Reeve: GEOMAGNETISM TUTORIAL, Reeve Observatory Anchorage, Alaska USA  
<http://www.reeve.com/Documents/SAM/GeomagnetismTutorial.pdf>
- Mursid Sabdullah, and T. Haryono: "Analytical Study of Geomagnetically Induced Current=GIC Phenomenon at Power Transformer". Dept. Of Electrical Eng., Faculty of Eng., Gadjah Mada University. Proceedings of the International Conference on Electrical Engineering and Informatics, Institut Teknologi Bandung, Indonesia June 17-19, 2007.
- John G. Kappenman, Lawrence J. Zanetti, Laurel, Md. and William A. Radasky, "Geomagnetic Storms Can Threaten Electric Power Grid". Earth in Space, Vol. 9, No. 7, March 1997, pp.9-11 .© 1997 American Geophysical Union
-

Evald A. Sæthre and Trond M. Ohnstad, MEASUREMENTS OF  
GEOMAGNETICALLY INDUCED CURRENTS, GICs, IN THE  
NORWEGIAN POWER GRID

[www.ursi.org/Proceedings/ProcGA02/papers/p1768.pdf](http://www.ursi.org/Proceedings/ProcGA02/papers/p1768.pdf)

Alan W P Thomson, Toby D G Clark, Ellen Clarke, Allan McKay: MONITORING  
GEOMAGNETICALLY INDUCED CURRENTS IN THE SCOTTISH  
POWER GRID, [http://www.esa-](http://www.esa-spaceweather.net/spweather/workshops/SPW_W3/PROCEEDINGS_W3/BGS_gic.pdf)

[spaceweather.net/spweather/workshops/SPW\\_W3/PROCEEDINGS\\_W3/BGS\\_gic.pdf](http://www.esa-spaceweather.net/spweather/workshops/SPW_W3/PROCEEDINGS_W3/BGS_gic.pdf)

HA DUYEN CHAULE TRUONG THANHNGUYEN THANH DUNG: "USE OF  
GEOMAGNETIC DATA IN THE STUDIES OF SPACE WEATHER IN  
VIETNAM" Hanoi Institute of Geophysics. VIETNAM ACADEMY OF  
SCIENCE AND TECHNOLOGY. Presented at IAGA INTERNATIONAL  
SYMPOSIUM "SPACE WEATHER AND ITS EFFECTS ON  
SPACECRAFT" CAIRO, EGYPT, OCTOBER 5-9, 2008.

<http://www.stil.bas.bg/ISWI/PDFs/Space-Weather-Vietnam.pdf>

SOLAR TSUNAMIS and the real threats they pose to the U.S. HV Electrical Grid and  
the Critical Infrastructure, April 2005

John Kappenman: "Geomagnetic Storms and Their Impacts on the U.S. Power Grid"  
Metatech Corporation, January 2010.

John Kappenman: "Geomagnetic Disturbances and Impacts Upon Power System"  
Metatech Corporation,

[www.crcnetbase.com/doi/pdf/10.1201/9781420009255.ch16](http://www.crcnetbase.com/doi/pdf/10.1201/9781420009255.ch16)