

ANALISIS KEBERADAAN SISTEM I-GSW UNTUK PERLINDUNGAN MENARA TRANSMISI 150 KV TERHADAP SAMBARAN PETIR LANGSUNG

Novri Andrian¹⁾, Edy Ervianto²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Email: novri.andrian@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The ground wire serves as a protective phase wire from lightning strikes, problems arise when lightning strikes the ground wire. There for the lightning current flows in the ground wire, thus a voltage increase occurs in the tower. The technology that has been developed by ITB and PT. PLN Persero is the I-GSW system functions to protect the transmission tower from lightning currents flowing into the construction of the tower due to lightning strikes directly on the ground wire. In this research the ATP-EMTP software was used as an observation and analysis tool for voltage rises in the tower during a lightning strike immediately before and after the installation of the I-GSW system. The higher the earth grounding resistance value and the higher the lightning current striking so that the I-GSW system the stronger to protect the transmission tower from the increase in voltage The greater the injection of lightning strikes the tower voltage will be greater so that the I-GSW system will protect the tower with a large so that the tower voltage increase using the I-GSW system will not be large because it has been protected by the I-GSW system. The closer the distance of the flash point location on the tower, the higher the tower voltage increase and vice versa the farther the location of the flash point on the tower, the smaller the voltage increase on the tower.

Keywords: ATP-EMTP, I-GSW System, Ground Wire, Lightning Current, Ground Type Resistivity

1. PENDAHULUAN

Kawat tanah (GSW) adalah konduktor yang diletakan di atas menara transmisi untuk melindungi kawat fasa dari sambaran petir. Permasalahan muncul ketika petir menyambar kawat tanah. Kawat tanah tersebut di satukan dengan kontruksi menara maka arus petir mengalir di kawat tanah, sehingga kenaikan tegangan terjadi di lengan menara.

Teknologi yang sudah di kembangkan oleh ITB dan PT. PLN Persero I-GSW (*Insulated Ground Shield Wire*) adalah melindungi menara transmisi dari arus petir yang mengalir ke kontruksi menara akibat sambaran petir langsung pada kawat tanah.

Hal tersebut di lakukan dengan cara memisahkan kawat tanah pelindung dan sistem pentanahan secara keseluruhan dari kontruksi menara. Dengan demikian kontruksi menara tidak akan mengalami kenaikan tegangan saat terjadi sambaran petir. Sebagian besar gangguan pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT) disebabkan oleh sambaran petir langsung yang bisa mengenai menara transmisi atau kawat tanah pada menara. Sehingga menghasilkan *Back Flashover* (BFO) pada isolator di menara.

Tujuan penelitian ini, mengetahui kenaikan tegangan setelah pemasangan sistem I-GSW di menara. Ketika terjadi sambaran petir pada kawat tanah. Maka untuk menyelidiki dampak

sambaran petir tersebut sangat sulit untuk di amati, dengan demikian simulasi numerik yang akan di lakukan dalam penelitian ini. ATP-EMTP telah banyak digunakan untuk mengatasi masalah transient pada saluran transmisi atau distribusi.

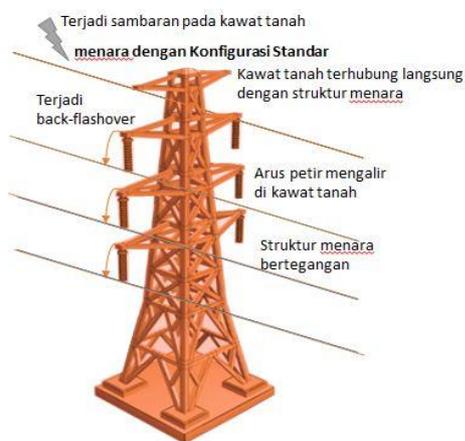
2. LANDASAN TEORI

2.1. Konsep sistem I-GSW

Prinsip utama dari sistem I-GSW adalah melindungi menara transmisi dari arus petir yang mengalir ke kontruksi menara akibat sambaran pada kawat tanah pelindung menara itu sendiri. Hal tersebut dilakukan dengan cara memisahkan kawat tanah pelindung dan sistem pentanahannya secara keseluruhan dari konstruksi menara. Dengan demikian konstruksi menara tidak akan mengalami kenaikan tegangan saat terjadi sambaran petir (PT.PLN PERSERO, 2017).

2.2. Konfigruasi Menara Standar

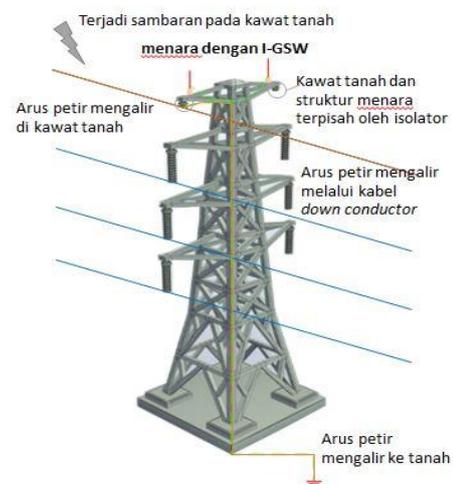
Kondisi konfigurasi menara standar ini adalah jenis menara tipe *lattice* dengan kawat tanah terhubung langsung ke struktur menara. Sehingga ketika terjadi sambaran petir langsung pada kawat tanah arus mengalir ke kawat tanah sehingga struktur menara bertegangan. Dan terjadi *back flashover*, akibat dari *back flashover* tersebut sistem yang ada pada menara mengalami gangguan (PT.PLN PERSERO, 2017).



Gambar 1. Menara dan konfigurasi standar (PT.PLN PERSERO, 2017).

2.3. Konfigurasi Menara dengan Sistem I-GSW

Kondisi konfigurasi menara dengan sistem I-GWS adalah jenis menara tipe *lattice* dengan kawat tanah dan struktur menara terpisah oleh isolator. Sehingga ketika terjadi sambaran petir langsung pada kawat tanah arus mengalir di kawat tanah dan arus petir tersebut di bawa oleh *down* konduktor menuju ke tanah sehingga menara dapat terhindar dari bahaya petir (PT.PLN PERSERO 2017).



Gambar 2. Konfigurasi menara dengan sistem I-GSW (PT.PLN PERSERO, 2017).

2.4. Komponen Sistem Pentanahan

Tanah dan elektroda pentanahan kedua komponen tersebut menentukan baik buruknya suatu sistem pentanahan. Kualitas sistem pentanahan diekspresikan dalam bentuk tahanan pentanahan. Resistivitas tanah sangat tergantung pada karakteristik, kandungan tanah dan kelembaban tanah. Menara transmisi yang mempunyai nilai tahanan kaki menara yang tinggi berada pada daerah dengan struktur jenis tanah berpasir, berbatu, dan cenderung tanah padas. pada Tabel 1.

Bahwa jenis tanah berpasir, berbatu, dan cenderung padas mempunyai resistivitas tanah yang tinggi. Semakin kecil tahanan tanah maka tahanan sistem pentanahan akan semakin baik (PUIL, 2011).

Tabel 1. Parameter Jenis Tanah (PUIL, 2011).

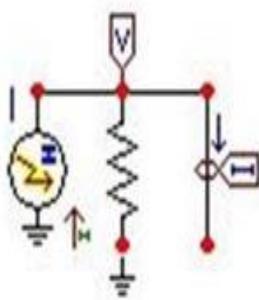
NO	Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah (ohm meter)
1	Tanah rawa	30
2	Tanah liat dan Ladang	100
3	Pasir Basah	200
4	Kerikil Basah	500
5	Pasir dan Kerikil Kering	1000
6	Tanah Berbatu	3000

3. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun tahapan penelitian di jelaskan dalam sub bab 3.1 sampai 3.3 sebagai berikut.

3.1. Model Generator Petir

Generator petir yang digunakan pada penelitian ini yakni pemodelan hiedler.sup. Variasi arus impuls petir sebesar 60 kA, 70 kA dan 80 kA dengan waktu muka gelombang 1,2 μ s dan waktu ekor gelombang 50 μ s berikut ini model impuls petir tipe hiedler.sup dalam software ATP-EMTP.



Gambar 3. Berikut ini data parameter arus petir yang divariasikan dan waktu muka gelombang (T_f) serta waktu ekor gelombang (T_t) tidak berubah-ubah.

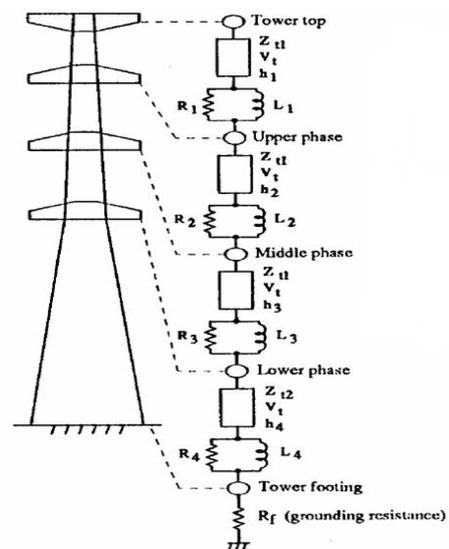
Tabel 2. Data Parameter Petir

NO	Arus Petir kA	T_f (μ s)	T_t (μ s)
1	60	1,2	50
2	70	1,2	50
3	80	1,2	50

3.2. Model Menara

Pada penelitian ini menara transmisi yang digunakan jenis model menara *Lattice* sirkuit ganda. menara tipe *Lattice* merupakan menara berbahan baja galvanis dengan besi yang bersiku. menara *Lattice* memiliki tinggi yang bervariasi. Berikut ini kontruksi menara transmisi 150 kV dan rangkaian menara dapat dilihat pada gambar 4.

Bagian antara puncak menara sampai dengan *cross arm* dimodelkan berdasarkan nilai induktansi yang tergantung pada panjang, impedansi surja dari menara dan cepat rambat gelombang. Bagian antara *cross arm* sampai ke ground dimodelkan berdasarkan impedansi surja Z_t .



Gambar 4. Kontruksi menara transmisi 150 kV serta model rangkaian (Wirahadi, 2010).

3.3. Tahanan Pentanahan Menara

Pada penelitian ini sistem pentanahan pada menara menggunakan sistem *driven rod* yaitu, sistem pentanahan dengan cara

menanamkan batang-batang konduktor tegak lurus ke dalam tanah (vertikal). Model tahanan kaki menara transmisi dengan cara menambahkan 4 batang konduktor dalam kondisi tegak lurus ke dalam tanah.

Sehingga hasil tersebut dimodelkan pada *software* ATP-EMTP. Berikut ini model tahanan kaki menara pada *software* ATP-

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

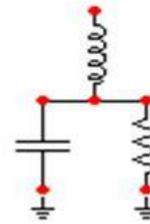
4.1. Pengaruh Tahanan Tanah Terhadap Kenaikan Menara

Dari hasil penelitian ini penulis telah mendapatkan hasil menggunakan bantuan *software* ATP-EMTP. Hasil analisa kenaikan tegangan menara pada variasi tahanan pentanahan menara dengan sistem menara ber I-GSW yakni untuk

Tahanan Pentanahan $1,6 \Omega$ kenaikan tegangan menara yang paling tertinggi yakni di menara 3 sebesar $0,000064$ kVolt dan kenaikan tegangan menara yang paling rendah dari menara lainnya yakni pada menara 1 sebesar $0,0000016$ kVolt. Pada tahanan pentanahan $5,5\Omega$ kenaikan tegangan menara yang paling tertinggi yakni di menara 3 sebesar $0,000064$ kVolt dan kenaikan tegangan menara yang paling rendah dari menara lainnya yakni pada menara 5 sebesar $0,0000077$ kVolt. Pada tahanan pentanahan 11Ω kenaikan tegangan menara yang paling tertinggi yakni di menara 3 sebesar $0,000064$ kVolt dan kenaikan tegangan menara yang paling rendah dari menara lainnya yakni pada menara 5 sebesar $0,0000079$ kVolt.

Dari hasil variasi tahanan pentanahan menara didapatkan sebuah simpulan bahwa kenaikan tegangan menara tergantung pada lokasi sambaran petir dan kenaikan tegangan menara mengalami nilai fluktuatif karena sistem perlindungan menara yakni I-GSW sangat baik memproteksi menara transmisi

EMTP dapat dilihat pada Gambar 5. sebagai berikut.



Gambar 5. Model tahanan kaki menara pada *software* ATP-EMP

dari sambaran petir, yang mana bila semakin tinggi nilai tahanan pentanahan menara dan semakin tinggi arus petir yang menyambar maka proteksi sistem I-GSW akan semakin kuat untuk melindungi menara transmisi dari kenaikan tegangan.

4.2. Pengaruh Lokasi Pemasangan Sistem I-GSW Terhadap Kenaikan Tegangan Menara.

Kombinasi menara I-GSW dengan menara konfigurasi standar. Tujuan penulis dalam kombinasi ini yakni melihat kenaikan tegangan pada menara 1, menara 2, menara 4 dan menara 5 bila mana sistem I-GSW di pasang pada menara 3. Dari penelitian ini hasil yang di dapatkan oleh penulis yakni pada menara yang terkena kenaikan tegangan cukup tinggi yakni pada menara 2 sebesar 1501 kVolt karena menara 2 dekat dengan lokasi terjadinya sambaran petir dan menara terkena kenaikan tegangan yang cukup rendah dari menara yang lainnya yakni pada menara 1 sebesar 336 kVolt.

Dari kombinasi menara ber I-GSW di dapatkan simpulan yakni pengaruh kenaikan tegangan pada menara ketika di pasang menara ber I-GSW tepat pada menara 3 sehingga menara yang lainnya mengalami kenaikan tegangan cukup besar karena sambaran petir dekat dengan menara 3.

5. SIMPULAN

Semakin tinggi nilai tahanan pentanahan menara dan semakin tinggi arus petir yang menyambar sehingga sistem I-GSW akan semakin kuat untuk melindungi menara transmisi dari kenaikan tegangan.

Presentase kombinasi menara ber I-GSW dengan penurunan tegangan pada menara 1 yakni sebesar 99,99998482 %, pada menara 2 yakni sebesar 99,99999962 %, pada menara 4 yakni sebesar 99,9999977%, dan pada menara 5 yakni sebesar 99,99999502%.

Semakin besar injeksi arus petir yang menyambar maka kenaikan tegangan pada menara akan semakin besar sehingga sistem I-GSW akan memproteksi menara dengan besar juga sehingga kenaikan tegangan menara yang menggunakan sistem I-GSW tidak akan besar karena telah di lindungi oleh sistem I-GSW.

Semakin dekat jarak lokasi titik sambaran pada menara maka kenaikan tegangan menara akan semakin tinggi dan sebaliknya semakin jauh lokasi titik sambaran pada menara maka kenaikan tegangan pada menara akan semakin kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Ametani, Akihiro. 2017. "Lightning Surge Analysis by EMTP and Numerical Electromagnetic Analysis Method." *2010 30th International Conference on Lightning Protection, ICLP 2010* 2010: 1–18.
- Fekete, Kresimir et al. 2010. "Simulation of Lightning Transients on 110 kV Overhead-Cable Transmission Line Using ATP-EMTP." : 856–61.
- Ghoniem, Abelrahman Said. 2017. "Effective Elimination Factors to the Generated Lightning Flashover in High Voltage Transmission Network." *International Journal on Electrical Engineering and Informatics* 9(3): 455–68.
- Hutauruk, TS. 1991. 17 IEEE Electrical Insulation Magazine *Insulation Coordination for Power Systems [Book Review]*.
- Malelak, Monalisa A, and Reynaldo Zoro. 2017. "Transmission Line in Area with High Grounding Resistance." (2): 350–55.