

## Analisa Sambaran Petir Terhadap Sistem Proteksi Tower Telekomunikasi Menggunakan Simulasi Software ATP Draw

Riza Ria Wirasari<sup>1\*</sup>, Surya Hardi<sup>2</sup>, Rohana<sup>3</sup>, Muchsin Harahap<sup>4</sup>

Program Studi Pasca Sarjana Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara<sup>1,2,3</sup>

Program Studi Teknik Pendingin Dan Tata Udara, Politkenik Tanjungbalai<sup>4</sup>

E-mail : riza.wirasari14@gmail.com<sup>1</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v5i2.3416>

**Abstrak**— Peningkatan jaringan telekomunikasi diiringi dengan penambahan jumlah BTS (Base Transceiver Station) di berbagai daerah. Tower BTS (Base Tranceiver Station) dibangun dengan ketinggian minimal 25-100 Meter. Tower BTS dilengkapi dengan sistem proteksi eksternal dan internal grounding yang didesign dan dipasang sesuai dengan SNI. Sistem proteksi merupakan suatu kesatuan sistem perlindungan pada tower dan perangkat telekomunikasi dari sambaran petir. Sambaran petir terjadi secara random yang tidak bisa dipastikan dan dikendalikan kejadiannya dan sambaran petir juga mengakibatkan kerusakan pada obyek yang disambar. ATP Draw merupakan program grafis dari Elektromagnetic Transient Program (EMTP) untuk Window. Software Alternating Transient Program (ATP Draw) digunakan untuk simulasi digital dari gelombang impuls. Pada software ini memodelkan sistem proteksi petir dalam bentuk rangkaian listrik, dan bentuk gelombang impuls petir terhadap rangkaian sistem proteksi petir. menganalisa sistem proteksi petir pada menara BTS dengan melakukan simulasi yang menggunakan software ATP Draw dengan model saluran daya dengan Standard IEC 1.2 x 50  $\mu$ s menunjukkan hasil simulasi gelombang arus surja petir sebesar 30389 A. untuk arus masukan surja petir sebesar 80 kA, 36088 A untuk arus masukan surja petir sebesar 95 kA, dan 37987 A untuk arus masukan surja petir sebesar 100 kA. Untuk pemodelan saluran daya standard CIGRE 3.3x77.5 $\mu$ s hasil simulasi gelombang arus surja petir sebesar 40644 A untuk arus masukan surja petir sebesar 80 kA, 48264 A untuk arus masukan surja petir sebesar 95 kA, dan 50805 A untuk arus masukan surja petir sebesar 100 kA.

**Kata kunci** : Base Tranceiver Station, EMTP, ATP Draw, Sistem Proteksi, Petir

**Abstract**—The increase in the telecommunications network was accompanied by the addition of the number of BTS (Base Transceiver Station) in various regions. The BTS (Base Transceiver Station) tower is built with a minimum height of 25-100 meters. BTS towers are equipped with external and internal grounding protection systems that are designed and installed in accordance with SNI. The protection system is a unified protection system for towers and telecommunications equipment from lightning strikes. Lightning strikes occur randomly which cannot be ascertained and their occurrence is controlled and lightning strikes also cause damage to the object that is struck. ATP Draw is a graphical program from the Electromagnetic Transient Program (EMTP) for Windows. Software Alternating Transient Program (ATP Draw) is used for digital simulation of impulse waves. In this software a lightning protection system is modeled in the form of an electrical circuit, and a lightning impulse waveform against a lightning protection system circuit. analyzed the lightning protection system on the BTS tower by performing simulations using ATP Draw software with a power line model with Standard IEC 1.2 x 50 s showing the simulation results of a lightning surge current of 30389 A. for a lightning surge input current of 80 kA, 36088 A for a lightning current input lightning surge of 95 kA, and 37987 A for lightning surge input current of 100 kA. For modeling the standard CIGRE 3.3x77.5 $\mu$ s power line, the simulation results for a lightning surge current of 40644 A for a lightning surge input current of 80 kA, 48264 A for a lightning surge input current of 95 kA, and 50805 A for a lightning surge input current of 100 kA.

**Keywords** : Base Tranceiver Station, EMTP, ATP Draw, Protection System, Lightning

### PENDAHULUAN

Tower BTS (Base Tranceiver Station) dibangun dengan ketinggian minimal 25-100 Meter. BTS itu sendiri merupakan

penghubung perangkat komunikasi dari satu jaringan ke jaringan yang lain. Perangkat-perangkat terdiri dari berbagai perangkat telekomunikasi seperti Antenna Radio

Frekuensi, Antenna Microwave, RBS (Radio Base Station), Transmission Equipment, Rectifier, dan lain-lain[1]. Sedangkan tower BTS terdiri dari tiang besi yang dibuat tinggi menjulang yang bangun diatas tanah secara langsung (Greenfield) ataupun diatas sebuah gedung (Roof Top). Tower BTS juga dikenal dengan menara BTS[2]. Tower BTS dilengkapi dengan sistem proteksi eksternal dan internal grounding yang didesign dan dipasang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Sistem proteksi merupakan suatu kesatuan sistem perlindungan pada tower dan perangkat telekomunikasi dari sambaran petir dan tegangan berlebih dari arus PLN[3].

Sistem proteksi petir merupakan sistem pengamanan perangkat telekomunikasi yang melindungi peralatan dari sambaran petir. Sistem proteksi petir terdiri dari sistem proteksi eksternal dan sistem proteksi internal[4]. Sistem pentanahan sering digunakan di bidang kelistrikan pada umumnya digunakan tujuan untuk mengamankan peralatan listrik dan perangkat elektronik maupun manusia yang berada disekitar gangguan. Sistem proteksi petir yang sudah dipasang pada sisi tower sesuai dengan Standar Peraturan Umum Instalasi Penangkal petir (PUIPP) dan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-7015-2004)[5]. Pada penelitian ini, menganalisa pengaruh parameter petir terhadap sistem proteksi tower telekomunikasi dengan menggunakan perangkat lunak/ software yang dikenal dengan ATP Draw

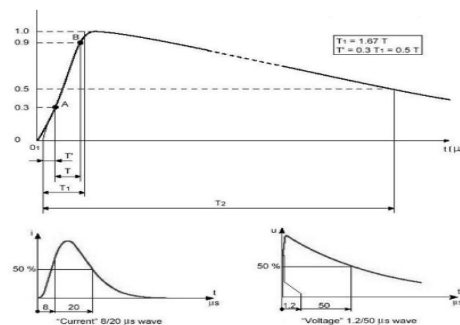
ATP Draw merupakan program grafis dari Elektromagnetic Transient Program (EMTP) untuk Window[6]. Software Alternating Transient Program (ATP Draw) digunakan untuk simulasi digital dari gelombang transient elektromagnetik. Pada software ini memodelkan sistem proteksi petir dalam bentuk rangkaian listrik, dan bentuk gelombang impuls petir terhadap rangkaian sistem proteksi petir. ATP draw dapat merancang sistem pemodelan rangkaian elektronik yang dapat memilih komponen dan fitur yang telah tersedia[7].

## STUDI PUSTAKA

### A. Model Surja Petir

Petir dikatakan dengan nama halilantar terjadi karena adanya gejala alam yang

muncul saat musim hujan. Perbedaan waktu saat hujan terjadi muncul petir disebabkan karena adanya perbedaan antara kecepatan cahaya dan kecepatan suara yang dinamakan surja petir[8]. Surja petir dalam digambarkan dalam bentuk gelombang sebagai berikut pada gambar 1 :

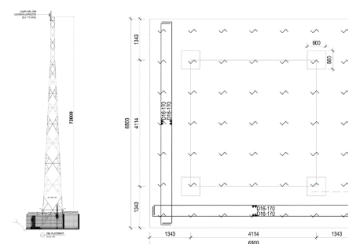


Gambar 1. Gelombang Surja Petir

## B. Base Transciever Station (BTS)

### 1. Tower BTS

Tower merupakan menara tinggi yang di pasang dengan rakitan besi yang berfungsi sebagai tempat pemancar antara kabel feeder dan coaxial yang terhubung dengan antena pemancar dengan perangkat shelter dengan ketinggian >25 Meter[9]. Tower ini mempunyai pengaruh radiasi yang dapat membahayakan manusia. Sistem proteksi pada tower dilengkapi terminal udara dan kabel penyalur (Down Conductor) dan grounding rod pada gambar 2.



Gambar 2. Tower BTS

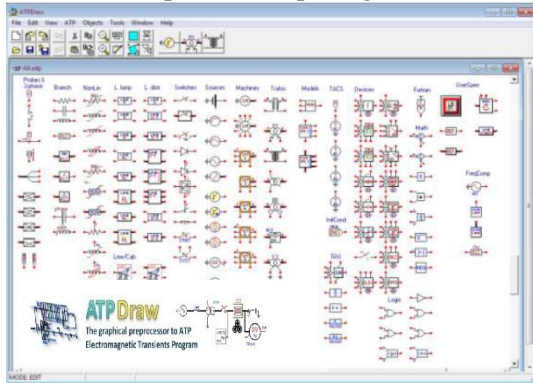
### 2. Shelter / BTS Outdoor

Shelter berupa kotak besar dengan ukuran 3 x 3 meter berbahan baja tertutup dilengkapi dengan sistem air conditioning[10]. Shelter berfungsi sebagai tempat penyimpanan perangkat radio yang sensitif terhadap panas dan suhu ruangan berada kisaran <math>18^{\circ}\text{C}</math>.

## C. Software ATP Draw

Alternative Transient Program (ATP) digunakan untuk membantu penyelesaian pada bidang transient elektromagnetik pada

tenaga listrik[11]. Adapun bentuk Program ATP Draw dapat di lihat pada gambar 3.



Gambar 3. Aplikasi ATP Draw

Adapun yang dapat dilakukan dengan software ini adalah :

1. Tegangan lebih akibat mekanisme petir
2. Estimasi kualitas daya, harmonisa dan resonansi
3. Pengujian peralatan proteksi, dan lain-lain

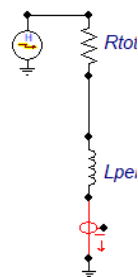
**METODE**

**1. Metode Pengumpulan Data**

Pada penelitian ini menggunakan metode dengan Pemodelan Sambaran Petir Terhadap Sistem Proteksi Eksternal disimulasikan menggunakan perangkat lunak ATP-Draw.

**A. Model Saluran Daya**

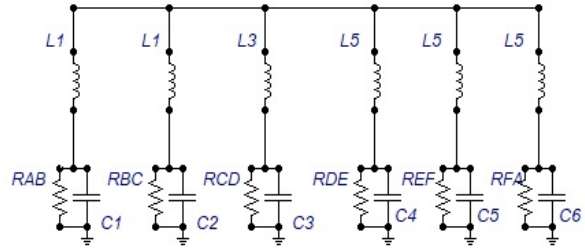
Konduktor penyalur pada sistem proteksi digambarkan dalam pemodelan adalah rangkaian R dan L



Gambar 4 . Model Sistem Pentanahan

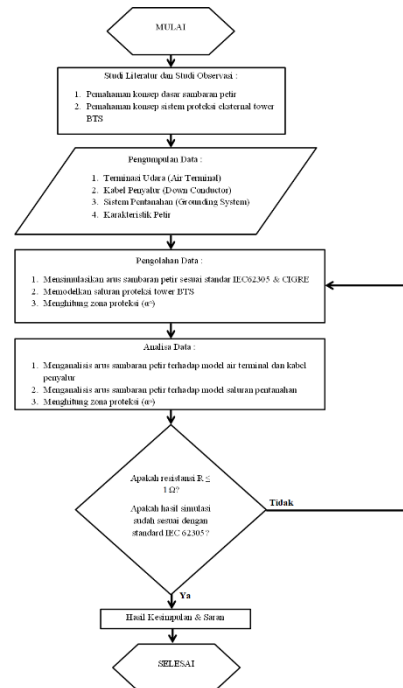
**B. Model Sistem Pentanahan**

Pada sistem pentanahan yang digunakan pada tower BTS dalam penelitian ini adalah sistem pentanahan yang menggunakan 6 driven rod



Gambar 5. Model Sistem Pentanahan

**2. Prosedur Penelitian**



Gambar 6. Prosedur Penelitian

**3. Analisa Data**

Pada pemodelan ini, parameter komponen yang membentuk rangkaian ekuivalen yang digunakan adalah :

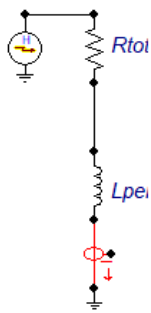
- A. Arus petir yang digunakan dalam pemodelan sesuai dengan standar IEC62305 yaitu sebesar 100 kA, 95 kA dan 80 kA
- B. Gelombang impuls petir memiliki nilai T front dan T ekor sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh IEC 62305 1.2x50µs dan CIGRE 3.3x77.5µs

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Analisis Simulasi ATP Draw**

**Pemodelan Saluran Daya**

Pemodelan ini digambarkan dengan tahanan dan induktor yang terhubung secara seri seperti gambar 7 dibawah ini :



Gambar 7. Pemodelan Saluran Daya

Dimana :

$R_{total} = 0.62 \Omega$  (Air Terminal + Kabel Penyalur)

$L_{Penyalur} = 71.05 \mu H$

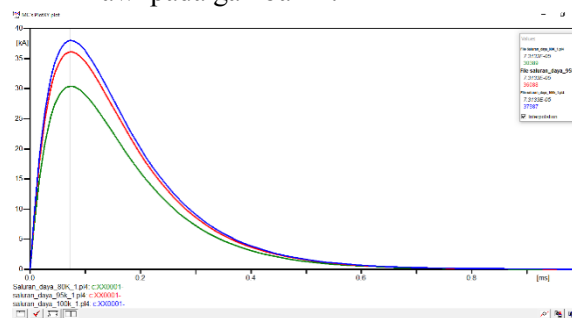
Arus Surja Petir = 80 kA; 95 kA; 100 kA

Dari keterangan diatas maka di dapatkan Arus Distribusi pada Saluran Daya pada tabel 1 dibawah ini

Tabel 1. Arus Distribusi Saluran Daya

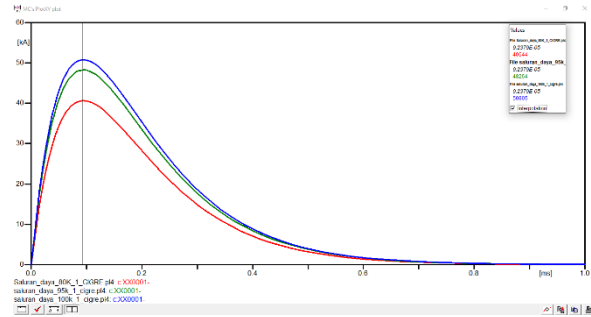
Arus Surja Petir (kA)	Arus pada Saluran Daya ( $I_{dy}$ ) Standard IEC	Arus pada Saluran Daya ( $I_{dy}$ ) Standard CIGRE
80	30389 A	40644 A
95	36088 A	48264 A
100	37987 A	50805 A

Bentuk puncak gelombang arus surja petir yang mengalir pada saluran daya dengan standard IEC pada model simulasi ATP Draw pada gambar 2 :



Gambar 2. Simulasi Arus Surja Petir pada Saluran Daya (Standard IEC 1.2 x 50  $\mu s$ )

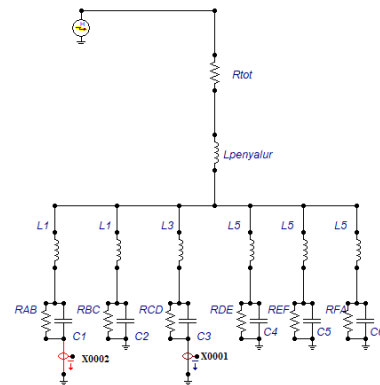
Bentuk puncak gelombang arus surja petir yang mengalir pada saluran daya dengan standard CIGRE pada model simulasi ATP Draw pada gambar 8 .



Gambar 8. Simulasi Arus Surja Petir pada Saluran Daya (Standard CIGRE 3.3 x 77.5  $\mu s$ )

**Pemodelan Sistem Pentanahan**

Sistem pentanahan menara telekomunikasi terdapat sistem 6 driven rod yang digambarkan dengan rangkaian R, L dan C pada gambar 9



Gambar 9 . Pemodelan Saluran Pentanahan Keterangan :

$C = 94 \times 10^{-12} pF$

$L_{rod} = 4,254 \mu H.$

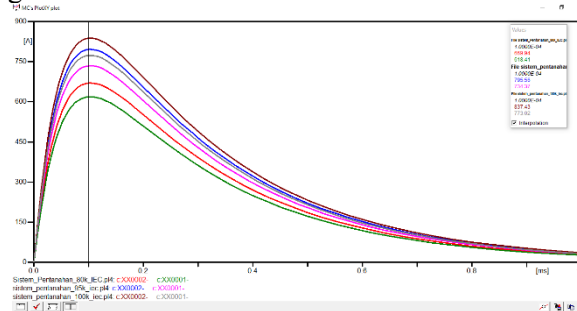
$R_{total} = 0.484 \Omega$

Dari keterangan diatas maka di dapatkan sistem pentanahan pada tabel 2

Tabel 2. Sistem Pentanahan

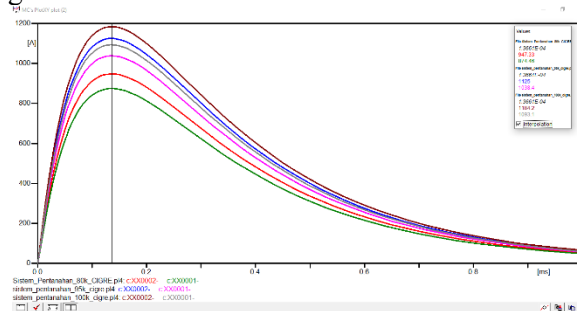
Arus Surja Petir (kA)	Arus pada Saluran Pentanahan ( $I_{pen}$ ) Standard IEC	Arus pada Saluran Pentanahan ( $I_{pen}$ ) Standard CIGRE
80	X0001 = 618.94 A X0002 = 669.41 A	X0001 = 874.46 A X0002 = 947.33 A
95	X0001 = 734.56 A X0002 = 795.56 A	X0001 = 1038.4 A X0002 = 1125 A
100	X0001 = 773.02 A X0002 = 837.43 A	X0001 = 1093.1 A X0002 = 1184.2 A

Bentuk puncak gelombang arus surja petir yang mengalir pada saluran pentanahan dengan standard IEC ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Simulasi Arus Surja Petir pada Saluran Pentanahan (Standard IEC 1.2 x 50  $\mu$ s)

Bentuk puncak gelombang arus surja petir yang mengalir pada saluran pentanahan dengan standard IEC ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Simulasi Arus Surja Petir pada Saluran Pentanahan (Standard IEC 3.3 x 77.5  $\mu$ s)

## PENUTUP

Dari hasil data pengukuran dan perhitungan serta model simulasi pada sistem proteksi eksternal pada menara ataupun Tower BTS dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan analisis resiko, menara BTS yang memiliki ketinggian 72 meter yang terletak di MSC Mabar memiliki peluang tersambar petir  $N_d = 3,814921$  /tahun. Dengan nilai efisiensi SPP sebesar = 0.84 atau 84 %, sehingga menara BTS memerlukan tingkat SPP minimum berada pada Level Proteksi Petir IV dengan nilai arus petir maksimum 100 kA. Adapun jarak sambar arus petir mencapai 223,124 meter dengan luas perlindungan sebesar 86.525,84 m<sup>2</sup>. Adapun radius proteksi bola

bergulir  $R_1 = 166$  meter yang diukur dari titik nol menara BTS dan  $R_2 = 93,83$  meter yang diukur dari batas akhir  $R_1$ . Adapun sudut perlindungan dari Air terminal adalah  $\alpha = 71,26^\circ$

2. Terminasi udara akan mengalami korosi dengan volume sebesar 0.00046 m<sup>3</sup> jika arus yang mengenai terminasi udara sebesar 100 kA.
3. Induksi juga terjadi jika nilai arus minimum sambaran petir 80 kA maka nilai induksi sebesar  $V_{ind} = 5,684$  kv/ms.
4. Pemodelan saluran daya dengan Standard IEC 1.2 x 50  $\mu$ s menunjukkan hasil simulasi gelombang arus surja petir sebesar 30389 A untuk arus masukan surja petir sebesar 80 kA, 36088 A untuk arus masukan surja petir sebesar 95 kA, dan 37987 A untuk arus masukan surja petir sebesar 100 kA. Sedangkan untuk pemodelan saluran daya dengan standard CIGRE 3.3x77.5 $\mu$ s menunjukkan hasil simulasi gelombang arus surja petir sebesar 40644 A untuk arus masukan surja petir sebesar 80 kA, 48264 A untuk arus masukan surja petir sebesar 95 kA, dan 50805 A untuk arus masukan surja petir sebesar 100 kA.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Gies, "Lightning protection for wireless telecommunication transceiver facilities (WiTF)," in *2017 IEEE Symposium on Product Compliance Engineering (SPCEB-Boston)*, 2017, pp. 1–6, doi: 10.1109/SPCEB.2017.8119348.
- [2] H. B. Dwight, "Calculation of Resistances to Ground," *Trans. Am. Inst. Electr. Eng.*, vol. 55, no. 12, pp. 1319–1328, 1936, doi: 10.1109/T-AIEE.1936.5057209.
- [3] A. Rakotomalala, P. Auriol, and A. Rousseau, "Lightning distribution through earthing systems," in *Proceedings of IEEE Symposium on Electromagnetic Compatibility*, 1994, pp. 419–423, doi: 10.1109/IEMC.1994.385613.
- [4] P. Y. Okyere and G. Edeful, "Evaluation of Rolling Sphere



- Method Using Leader Potential Concept: A Case Study,” *IJME-Intertech*, pp. 1–20, 2006.
- [5] B. S. N. Indonesia, “SNI 03-7015-2004,” in *SNI*, 2004, pp. 1–20.
- [6] I. Gonos, F. Topalis, and I. Stathopoulos, *Transient impedance of grounding rods*, vol. 2. 1999.
- [7] J. M. Wiater, “New MOV model with hysteresis loop in program ATP / EMTP,” *Tech. Electr. Eng.*, vol. 1, no. 1, 2003.
- [8] Y. L. Chow, M. M. Elsherbiny, and M. M. A. Salama, “Resistance formulas of grounding systems in two-layer earth,” *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 11, no. 3, pp. 1330–1336, 1996, doi: 10.1109/61.517487.
- [9] Y. L. Chow, J. J. Yang, and K. D. Srivastava, “Grounding resistance of buried electrodes in multi-layer earth predicted by simple voltage measurements along each surface—a theoretical discussion,” *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 10, no. 2, pp. 707–715, 1995, doi: 10.1109/61.400861.
- [10] B. Anggoro, “The ground potential profile on the Earth surface of 3 vertical rods of grounding systems,” in *2017 International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS)*, 2017, pp. 479–483, doi: 10.1109/ICHVEPS.2017.8225894.
- [11] H. Priker, L, “ATPDRAW version 5.5 for Windows 9x/NT/2000/xp/Vista. NTNU,” in *ATPDRAW version 5.5 f*, 2009, pp. 10–120.