

## PERHITUNGAN PARAMETER SCALED-DOWN UNTUK PERANGKAT KERAS MODEL SISTEM TENAGA LISTRIK

Herris Yamashika<sup>1)</sup>, Mahyessie Kamil<sup>2)</sup>

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat<sup>12)</sup>

email: herrisyamashika@umsb.ac.id<sup>1)</sup>

email: mahyessiekamil@umsb.ac.id<sup>2)</sup>

**Abstract:** *This article provides reduced calculation parameters for power system transmission models. Transmission parameters modeled are single transmission lines using ACSR 1x241.7 mm<sup>2</sup> (Hawk), with parameter values of 0.129  $\Omega$  / km for resistance, 0.4049  $\Omega$  / km for reactance, and admittance of 2.533  $\mu$ S / km. Minimized parameters are calculated using current, voltage, impedance, and power scale factors. A 150 kV transmission line with a current capacity of 100 A at 50 Hz system frequency, scaled to a voltage of 15 V and 5 A. The results obtained from the calculation are scaled down to 0.258 m $\Omega$  / km for resistance, 0.81 m $\Omega$  / km for reactance, and admittance 1.27 mS / km. The load is connected to a 20 kV system with a current capacity of 500 A, and scaled to 2 V and 5 A. The reduced impedance value obtained is 0.02887  $\Omega$  for active power, and 1.2252 mH for reactive power.*

**Keywords:** *lower scale model, electric power system model, electric power system*

**Abstrak :** *Artikel ini menyajikan perhitungan parameter scaled-down saluran transmisi sistem untuk pembuatan model sistem tenaga. Parameter transmisi yang dimodelkan adalah saluran transmisi sirkuit tunggal menggunakan penghantar ACSR 1x241,7 mm<sup>2</sup>(Hawk), dengan nilai parameter adalah 0,129  $\Omega$ /km untuk resistansi, 0,4049  $\Omega$ /km untuk reaktansi, dan admintansi 2,533  $\mu$ S/km. Parameter scaled-down dihitung menggunakan faktor skala arus, tegangan, impedansi, dan daya. Saluran transmisi 150 kV dengan kapasitas arus 100 A pada frekuensi sistem 50 Hz, diskala menjadi tegangan 15 V dan 5 A. Hasil yang diperoleh dari perhitungan scaled-down adalah 0,258 m $\Omega$ /km untuk resistansi, 0,81 m $\Omega$ /km untuk reaktansi, dan admintansi 1,27 mS/km. Beban disambungkan ke sistem 20 kV dengan kapasitas arus 500 A, dan diskala menjadi 2 V dan 5 A. Nilai impedansi scaled-down yang diperoleh adalah 0,02887 $\Omega$  untuk daya aktif, dan 1,2252 mH untuk daya reaktif.*

**Keywords:** *scaled-down model, model sistem tenaga listrik, sistem tenaga listrik.*

### A. PENDAHULUAN

Pada bidang ilmu teknik tenaga listrik berkaitan dengan pembangkitan, penyaluran, dan pemanfaatan tenaga listrik. Pemahaman terhadap sistem tenaga listrik diantaranya adalah pemahaman terhadap kinerja dan perilaku sistem tenaga listrik ketika terjadi perubahan baik dalam kondisi normal maupun abnormal. Kinerja dan perilaku sistem akan lebih dipahami dengan pengamatan dan eksperimen langsung terhadap objek penelitian.

Ekperimen dapat dilakukan di laboratorium menggunakan model dimana parameter-parameter sistem tenaga diperkecil untuk keperluan skala laboratorium.

Beberapa penelitian berkaitan dengan pengembangan *scaled-down* model telah dilakukan. Penelitian [1] membuat model laboratorium saluran transmisi untuk memverifikasi teori yang diajarkan di kelas. Penelitian [2] merancang model saluran transmisi panjang. Penelitian [3] mengembangkan model saluran transmisi berdasarkan sistem per unit, rasio nilai X/R

dipertahankan agar sesuai dengan kondisi aktual, dan kemampuan hantar arus mendekati 20 Ampere agar dapat digunakan dengan peralatan *Flexible AC Transmission System* (FACTS). Latar belakang penelitian tidak lebih dari 500 kata yang berisi latar belakang dan permasalahan yang akan diteliti, tujuan khusus, dan urgensi penelitian. Pada bagian ini perlu dijelaskan uraian tentang spesifikasi khusus terkait dengan skema. Pengembangan model untuk tujuan kajian FACTS juga dilakukan oleh [4], dengan merancang *Hybrid Static VAR Compensator* yang akan diterapkan pada perangkat keras *scaled-down* model transmisi yang sudah ada. Tidak hanya model saluran transmisi, model lengkap substation dilakukan oleh [5], model yang dikembangkan lengkap dengan peralatan proteksi dan pengukuran.

Penelitian ini akan merancang dan membangun sebuah perangkat keras *scaled-down* model sistem tenaga listrik sederhana yang terdiri dari : sumber *swing bus*, saluran transmisi, trafo daya, saluran distribusi, dan beban. Tahap berikutnya, model ini akan dikembangkan dengan menambah pembangkit, alat ukur dan relay proteksi sehingga dapat digunakan untuk kajian dan penelitian tingkat lanjut.

## B. METODE PENELITIAN

Parameter sistem dihitung dengan menggunakan faktor skala [6]. Faktor skala yang digunakan adalah, faktor skala tegangan ( $f_v$ ), faktor skala arus ( $f_i$ ), faktor skala impedansi ( $f_z$ ), dan faktor skala admitansi ( $f_y$ ). Faktor skala tegangan adalah perbandingan tegangan yang akan digunakan dalam model ( $V_{sim}$ ) dengan tegangan aktual sistem ( $V_{akt}$ ). Faktor skala arus adalah perbandingan arus yang akan dibatasi dalam model ( $I_{sim}$ ) dengan arus aktual sistem yang telah ditetapkan ( $I_{akt}$ ).

$$f_v = \frac{V_{sim}}{V_{akt}} \quad [1]$$

$$f_i = \frac{I_{sim}}{I_{akt}} \quad [2]$$

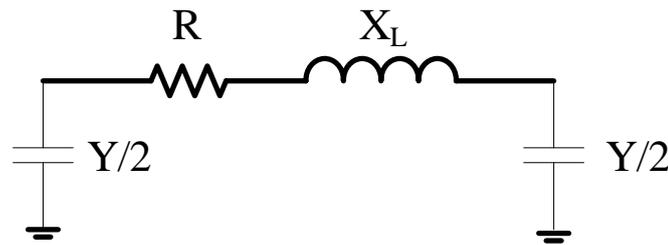
Faktor skala impedansi adalah perbandingan impedansi simulasi yang diperoleh dari persamaan 3, berikut

$$f_z = \frac{Z_{sim}}{Z_{akt}} = \frac{(f_v V_{akt}) / (f_i I_{akt})}{(V_{akt}) / (f_i I_{akt})} \quad [3]$$

Sedangkan faktor daya impedansi diperoleh dari persamaan 4.

$$f_y = \frac{1}{f_z} \quad [4]$$

Parameter aktual saluran transmisi yang digunakan adalah parameter SUTT 150 kV yang menggunakan penghantar ACSR 240 mm<sup>2</sup>. Model saluran transmisi yang digunakan adalah model ekuivalen PI, seperti yang terlihat pada gambar 1 berikut,



Gambar 1. Model Ekuivalen PI

Tegangan aktual sistem adalah 150 kV, dan kapasitas arus ditetapkan sebesar 100 Ampere. Nilai parameter saluran transmisi tersebut adalah seperti pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Parameter SUTT

Resistansi(ohm/km)	0,12900
Reaktansi (ohm/km)	0,40490
Admitansi ( $\mu$ S/km)	2,53300

Parameter beban yang dimodelkan tersambung ke saluran distribusi 20 kV, dengan kapasitas arus yang ditetapkan adalah 500 Ampere dan faktor daya sebesar 0,8 terbelakan. Daya aktif yang diperoleh dari kondisi tersebut adalah 13,86 MW, daya reaktif adalah 10,4 MVar. Dari nilai daya aktif dan daya reaktif tersebut akan dihitung nilai resistansi dan reaktansi beban, sebesar 28,9 ohm untuk daya aktif dan 38,5 ohm untuk daya reaktif.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter aktual yang telah ditentukan, dilanjutkan dengan perhitungan nilai parameter *scaled-down*. Tegangan model yang digunakan adalah 15 V dan kapasitas arus sebesar 5 ampere untuk saluran transmisi 150 kV, dan untuk beban yang terhubung ke sistim 20 kV, tegangan *scaled-down* yang digunakan adalah 2 Volt, dengan kapasitas arus 5 Ampere.

Faktor skala saluran transmisi yang diperoleh seperti pada tabel 2, dan faktor skala beban diperoleh seperti pada tabel 3.

Tabel 2. Faktor skala saluran transmisi.

faktor skala tegangan ( $f_v$ )	0,0001
faktor skala arus ( $f_i$ )	0,05
faktor skala impedansi ( $f_z$ )	0,002
faktor skala admitansi ( $f_y$ )	500

Tabel 3. Faktor skala beban.

faktor skala tegangan ( $f_v$ )	0,0001
faktor skala arus ( $f_i$ )	0,01
faktor skala impedansi ( $f_z$ )	0,01

Nilai parameter *scaled-down* diperoleh dari perhitungan sesuai dengan persamaan [1], [2], [3], dan [4]. Nilai parameter *scaled-down* saluran transmisi yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah seperti pada tabel 4, dan parameter beban seperti pada tabel 5.

Tabel 4. Nilai parameter scaled-down saluran transmisi.

Resistansi (ohm/km)	0,000258
Reaktansi (ohm/km)	0,000810
Induktansi (mH/km)	0,002578
Admitansi (S/km)	0,001267
Kapasitansi ( $\mu$ F/km)	4,0314

Tabel 5. Nilai parameter scaled-down beban.

Resistansi (ohm)	0,02887
Reaktansi (ohm)	0,385
Induktansi (mH)	1.2252

#### D. PENUTUP

Nilai parameter scaled-down model pada penelitian ini dihitung menggunakan metode faktor skala. Parameter aktual diambil dari SUTT 150 kV yang menggunakan penghantar ACSR 240 mm<sup>2</sup>. Nilai yang diperoleh akan diimplementasikan untuk perangkat model sistem tenaga listrik, yang akan digunakan sebagai sarana praktikum.

#### E. DAFTAR PUSTAKA

- S. V Chavan, R. V Patil, and V. B. Patil, "Development of Laboratory Model of Transmission Line and its Study Using MATLAB," *Int. J. Trend Res. Dev.*, vol. 3, no. 3, pp. 587–590, 2016.
- V. Gaikwad *et al.*, "Laboratory setup for long transmission line," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 1545–1550, 2017.
- P. Taylor *et al.*, "Design , Analysis , Fabrication , and Testing of Laboratory Model of Transmission Line," *Electr. Power Components Syst.*, vol. 43, no. June, pp. 37–41, 2015.
- R. Jayabarathi, M. R. Sindhu, N. Devarajan, and T. N. P. Nambiar, "Development of a Laboratory Model of Hybrid Static Var Compensator," 2006.
- S. Mohagheghi, R. H. Alaileh, S. Member, G. J. Cokkinides, S. Member, and A. P. S. Meliopoulos, "A Laboratory Setup for a Substation Scaled Model," pp. 1203–1208, 2007.
- Blanes, D. Borge-Diez, A. Gonzalez-Martinez, and M. De Simon-Martin, "Scale model of a Very High Voltage alternating current Power Transmission Line integrated into a Smart Grid," *IYCE 2015 - Proc. 2015 5th Int. Youth Conf. Energy*, pp. 1–7, 2015.