

Pemodelan Sistem Pembumian Pada Gardu Induk 150 KV Tayan, Kalimantan Barat Menggunakan Grid Analysis Cymgrd

Dhami Johar Damiri^{1*}; R Rizal Isnanto²; Aghus Sofwan²

1. Institut Teknologi PLN, Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat, DKI Jakarta 11750, Indonesia
2. Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto No.13, Tembalang, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia

**Email: dhamijd@students.undip.ac.id*

Received: 17 Mei 2024 | Accepted: 31 Mei 2024 | Published: 05 Juli 2024

ABSTRACT

The development of the electricity system of the 150 kV Tayan Substation in West Kalimantan, which will form a 2 line bay extension in the direction of Sandai, is a development plan for the development of a transmission system in West Kalimantan. Substation development includes preconstruction stages, earthing system planning which aims to plan the extension earthing system and influence on the existing earthing system. The research method used is a quantitative method accompanied by an experimental planning for the development of an electrical system using the earthing value planning method with Cymgrd Grounding software based on calculation data according to IEEE Std 80 standards. Planning of the extension grounding system is carried out using a grid distance of 5 m, type. The results of the study, planning an extension earthing system with a grid distance of 5 meters connected to existing with the use of more efficient earthing conductors and a 150 kV Tayan Substation earthing system decreased the earthing resistance value by 11.40% from the value of 0.456 ohms to 0.404 Ohms, for touch voltage with a limitation of 828.81 V there was a decrease of 15.92% from the maximum touch voltage value of 774.01 Volt to 650.82 Volt and for step voltage with a limitation of 2967.23 V there was a decrease in the maximum stroke voltage by 14.31% from 615.09 Volt to 527.08 V so that based on these results the earthing system at GI 150 kV tayan became better and safer for systems, equipment and people.

Keywords: Grounding System, Earth Resistance, CYGRD , Step Voltage, Touch Voltage 150 KV Substations

ABSTRAK

Pengembangan sistem kelistrikan Gardu Induk 150 kV Tayan di Kalimantan barat yang akan membentuk ekstension 2 line bay arah sandai merupakan rencana pembangunan pengembangan sistem transmisi di Kalimantan barat. Pengembangan Gardu induk meliputi tahapan prakonstruksi, perencanaan sistem pembumian yang bertujuan untuk perencanaan sistem pembumian ekstension dan pengaruh terhadap sistem pembumian eksisting. Metode Penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif disertai eksperimen perencanaan pengembangan sistem kelistrikan dengan menggunakan metode perencanaan nilai pembumian dengan software Cymgrd Grounding berdasarkan data perhitungan sesuai standar IEEE Std 80. Perencanaan sistem grounding ekstension dilakukan menggunakan jarak grid 5 m, tipe. Hasil penelitian, perencanaan sistem pembumian ekstension dengan jarak grid 5 meter yang dihubungkan dengan eksisting dengan penggunaan konduktor pembumian yang lebih efisien serta sistem pembumian

Gardu Induk 150 kV Tayan terjadi penurunan nilai tahanan pembumian sebesar 11,40% dari nilai 0,456 ohm menjadi 0,404 Ohm, untuk tegangan sentuh dengan batasan 828,81 V terjadi penurunan sebesar 15,92% dari nilai tegangan sentuh maksimum 774,01 Volt menjadi 650,82 Volt dan untuk tegangan langkah dengan batasan 2967,23 V terjadi penurunan tegangan langkah maksimum sebesar 14,31% dari 615,09 Volt menjadi 527,08 V sehingga berdasarkan hasil tersebut sistem pembumian pada GI 150 kV tayan menjadi lebih baik dan aman terhadap sistem, peralatan dan manusia.

Kata kunci: Sistem Pembumian, Tahanan Tanah Tegangan Sentuh, Tegangan Langkah, Gardu Induk 150 KV, CYMGRG

1. PENDAHULUAN

Sistem kelistrikan PLN Unit Induk Wilayah Kalimantan Barat terdiri dari 1 sistem besar, 5 sistem sedang, 8 sistem kecil, dan 42 sistem listrik desa tersebar. Sistem besar merupakan sistem interkoneksi 150 kV sebanyak 5 sistem sedang 20 kV masih belum terinterkoneksi. Untuk mencapai efisiensi sistem ketenagalistrikan yang lebih baik, diperlukan pengembangan kelistrikan pada pengembangan Transmisi 150 kV melalui rencana gardu induk 150 Tayan Ekstension 2 *Line bay* interkoneksi Sistem Kalimantan yang terdiri dari sistem Khatulistiwa-sistem Kalimantan Selatan, Tengah, Timur dan Utara) [1].

Perluasan gardu induk 150 kV Tayan dengan penambahan line bay memerlukan perencanaan sistem pembumian yang baik dengan memperhatikan kondisi dan sistem pembumian yang sudah ada sehingga tidak mempengaruhi sistem pembumian eksisting baik terhadap nilai tahanan pembumian, tegangan sentuh maupun tegangan Langkah sehingga menjamin keamanan sistem, peralatan dan keselamatan manusia [1]. sistem pembumian pada gardu induk harus memiliki kemampuan dalam memikul arus dan tegangan yang sangat tinggi secara kontinyu. Peralatan Pembumian juga harus mampu menahan arus hubung singkat, impuls petir, maupun impuls kontak dalam beberapa detik, sehingga diperlukan sebuah perancangan sistem peembumian yang mampu mengamankan peralatan dari gangguan ke tanah akibat gangguan hubung singkat, impuls petir atau impuls kontak. Pembumian gardu induk membutuhkan rancangan sistem pentanahan gardu induk horizontal terhadap permukaan tanah dan dihubungkan dengan konduktor yang lain membentuk suatu jaring-jaring yang kemudian disebut sistem pentanahan grid [2].

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan sistem pembumian Gardu Induk disimulasikan menggunakan Software CYMGRD yang bertujuan untuk mengetahui efektifitas. Optimasi menggunakan Software CYMGRD sangat diperlukan untuk mengetahui apakah perencanaan sistem pentanahan sudah memenuhi persyaratan dengan tidak melampaui batasan nilai parameternya sehingga dapat disimpulkan apakah perencanaan aman untuk diterapkan [3] CYMGRD memiliki opsi yang memungkinkan pengguna untuk membungkus batang dengan bahan apa pun dengan diameter berapa pun diameter penutup dan resistivitas material harus dimasukkan ke program perangkat lunak untuk dianalisis [4]

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap dimana tahap pertama melakukan studi literatur untuk perancangan nilai pembumian gardu induk, tahap kedua yaitu pengumpulan data dan observasi langsung ke lokasi penelitian dan mengambil beberapa data dengan melakukan pengukuran langsung terhadap nilai tahanan tanah dan tahanan pembumian pada gardu induk 150 kV tayan, tahap ke empat dilakukan perencanaan desain dan perhitungan serta analisis terhadap perencanaan sistem pembumian. Bulan Mei 2023, dilakukan analisis pembumian dengan menggunakan CMYDRD dan dilakukan analisis dari hasil perhitungan dan output dari CMYDRD.

Gardu Induk 150 kV Tayan berlokasi di kabupaten sanggau provinsi Kalimantan barat dibangun dari tahun 2012 yang terdiri dari 2 Line bay, 1 Bay Trafo 30 MVA dan 1 Bay kopel. GI 150 kV Tayan mengalami pengembangan penambahan 1 bay trafo pada tahun 2016 dan perluasan jaringan pada tahun 2014 dan 2017 dengan penambahan line bay sehingga

GI 150 kV Tayan saat ini memiliki 6 Line bay, 2 Bay Trafo 30 MVA dan 1 Bay Kopel dimana Gardu induk merupakan gardu induk simpul untuk jaringan sistem khatulistiwa di Kalimantan barat.

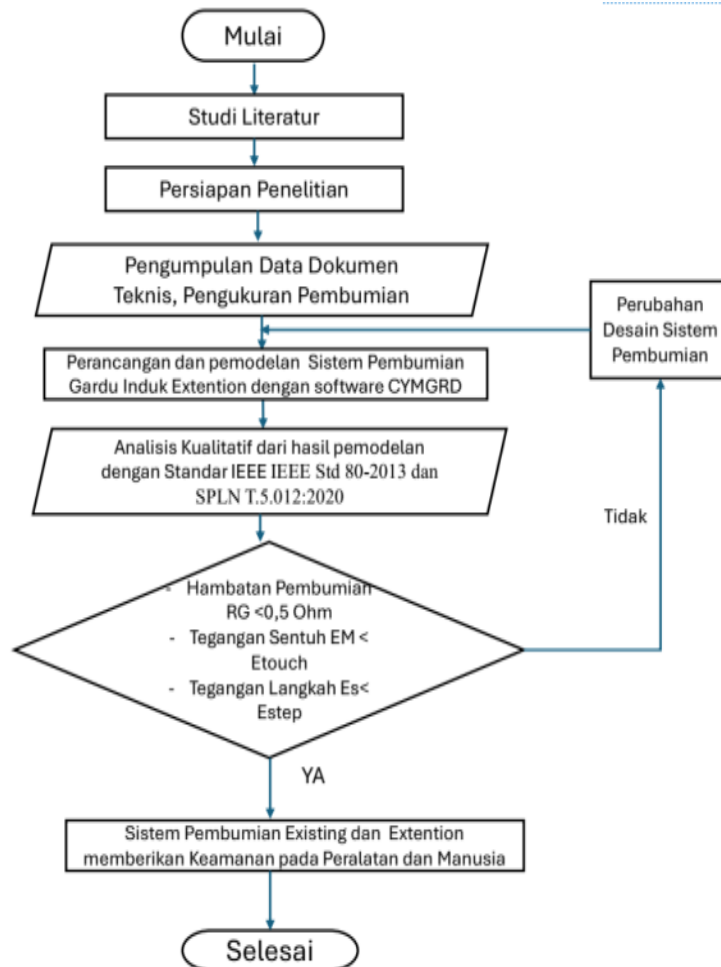
Berdasarkan RUPTL 2021-2030, GI 150 kV Tayan diperlukan perluasan jaringan dengan penambahan 2 Line bay untuk arah Sandai, dimana jaringan tersebut akan menghubungkan sistem khatulistiwa dengan sistem kalselteng sehingga sistem jaringan di Kalimantan akan saling interkoneksi di wilayah timur sampai barat Kalimantan, Selain itu penambahan ekstension 2 Line Bay ke Arah GI Sandai akan menghubungkan sistem khatulistiwa dengan sistem yang isolated di daerah wilayah Sandai [1].



Gambar 1. Lokasi Gardu Induk 150 KV Eksisting dan Bagian Berbentuk Lahan Tahap adalah area perancangan Ekstension Gardu Induk

Gambar 1 memperlihatkan lokasi eksisting Gardu induk 150 KV Tayan Kalimantan Barat dimana pada bagian tanah yang kosong akan dilakukan perluasan jaringan dengan penambahan 2 Line bay untuk arah Sandai, dimana jaringan tersebut akan menghubungkan sistem khatulistiwa dengan sistem kalselteng sehingga sistem jaringan di Kalimantan akan saling interkoneksi di wilayah timur sampai barat Kalimantan, Selain itu penambahan ekstension 2 Line Bay ke Arah GI Sandai akan menghubungkan sistem khatulistiwa dengan sistem yang isolated di daerah wilayah Sandai berdasarkan RUPTL 2021-2030, [1]. Perlunya pengembangan nilai pembumian untuk perluasan gardu Induk dilakukan dengan menggunakan metode perancangan nilai pembumian yang menggabungkan nilai pembumian gardu induk eksisting dengan nilai pembumian dengan membentuk kisi kisi (grid) yang bertujuan untuk mengidentifikasi kedalaman penanaman konduktornya sesuai nilai tahanan jenis tanah area Gardu Induk 150 yang tepat untuk mencari nilai pembumian dimana menurut [3] dengan tepat.

Tahapan penelitian untuk mencari nilai pembumian yang ideal untuk perencanaan perluasan gardu induk 150 KV tayan Kalimantan Barat dibuat dalam Gambar 2 berikut

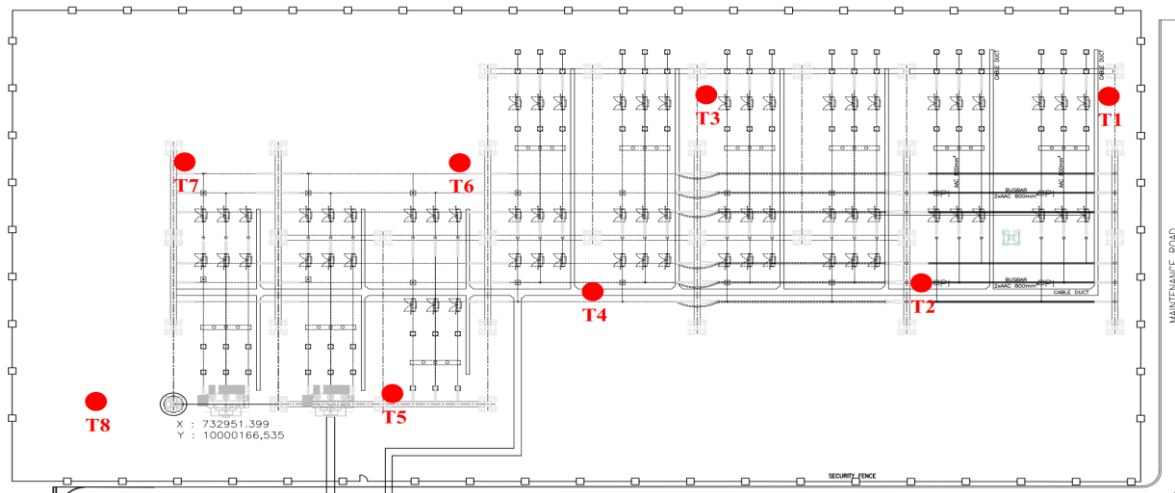


Gambar 2. Desain Penelitian

Penelitian awal dilakukan dengan menyiapkan data pendukung terkait dan peralatan eksisting Gardu Induk 150 KV Tayan Kalimantan Barat Gardu Induk 150 kV Tayan berlokasi di kabupaten sanggau provinsi Kalimantan barat dibangun dari tahun 2012 yang terdiri dari 2 Line bay, 1 Bay Trafo 30 MVA dan 1 Bay kopel. GI 150 kV Tayan mengalami pengembangan penambahan 1 bay trafo pada tahun 2016 dan perluasan jaringan pada tahun 2014 dan 2017 dengan penambahan line bay sehingga GI 150 kV Tayan saat ini memiliki 6 Line bay, 2 Bay Trafo 30 MVA dan 1 Bay Kopel dimana Gardu induk merupakan gardu induk simpul untuk jaringan sistem khatulistiwa di Kalimantan barat

Persiapan pengukuran Pembumian Gardu induk Tayan 150 KV dan *soil resistivity* (tahanan jenis tanah) eksisting maupun area ekstension rencana penambahan 2 *line bay* arah sandai. Pengukuran langsung tahanan jenis tanah (*Soil Resistivity*) dilakukan di 8 titik sample di area *switchyard* dengan menggunakan alat uji earth tester kyoritsu KEW 4106. Perlengkapan K3 untuk pelaksanaan pekerjaan pengukuran langsung, alat alat keselamatan / alat pelindung diri adalah sebagai berikut : a. Helm Proyek b. Sepatu safety /sapatu boatc. Rompi proyek d. Sarung tangan e. Kaca mata safety.

- a. Pengukuran dilakukan di area eksisting dan rencana *line bay* di area ekstension pada sisi bay line, (T1, T4), bay kopel (T2, T3,T5, T7), bay trafo (T8) pada gambar 3



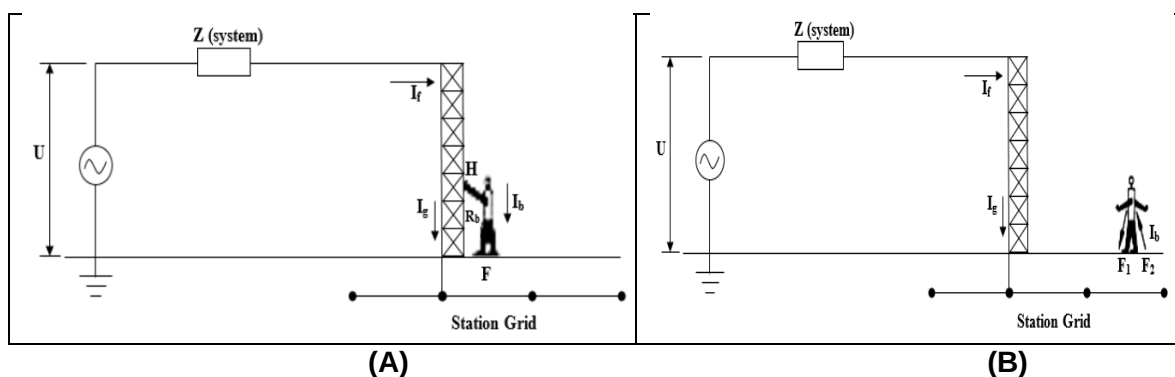
Gambar 3. Titik Pengukuran Soil Resistivity GI 150 kV Tayan Eksisting

Hasil Pengukuran Tahanan jenis tanah Pengukur tahanan pembumian adalah suatu prosedur mengukur nilai resistansi dari grounding hal ini digunakan untuk mengetahui besarnya tahanan bumi sebelum melaksanakan pembumian pada sistem pengamanan pada instalasi listrik karena pembumian adalah suatu bentuk sistem yang terintegrasi disistem ketenagalistrikan yang bertujuan untuk keamanan sistem [5]. Hasil pengukuran langsung Gardu induk 150 KV tayan menunjukkan nilai rata-rata tahanan jenis tanah yang ada pada gardu induk 150 kV tayan sebesar 81,46 ohm/m maka jenis tanah di lingkungan GI 150 Tayan adalah memiliki jenis tanah liat dan ladang, sedangkan untuk perhitungan nilai tahanan pembumian menggunakan persamaan

$$R_{NG} = \frac{R_1 R_2 - R_m^2}{R_1 + R_2 - 2R_m} \quad (1)$$

b. Penentuan Tegangan Sentuh dan Tahanan Langkah

Tegangan sentuh adalah tegangan yang timbul diantara objek yang disentuh dengan suatu titik berjarak 1 meter, dimana objek itu terhubung dengan *grid* pembumian [6]. Perencanaan sistem pembumian pada ekstension 2 line bay memperhitungkan batasan toleransi tegangan sentuh pada tubuh manusia dengan asumsi berat tubuh manusia yaitu 50 Kg dan 70 Kg dan berat tubuh yang berada diantara 50 – 70 Kg dapat dihitung pada persamaan dibawah in [7]



Gambar 4. Tegangan Sentuh (A) dan Tegangan Langkah (B)

$$E_{t50} = [1000 + 1,5 \rho_s C_s] \frac{0,116}{\sqrt{t_s}} \quad (2)$$

$$E_{t70} = [1000 + 1,5 \rho_s C_s] \frac{0,157}{\sqrt{t_s}} \quad (3)$$

$$C_s = 1 - \frac{0,09 \left(1 - \frac{\rho_s}{\rho}\right)}{2h_s + 0,09} \quad (4)$$

Dimana:

E_{t50} : Batasan tegangan sentuh manusia dengan berat 50 kg (V)

E_{t70} : Batasan tegangan sentuh manusia dengan berat 70 kg (V)

ρ_s : Tahanan jenis dari permukaan ($\Omega.m$)

ρ : Tahanan jenis tanah ($\Omega.m$)

t_s : Durasi Gangguan (s)

h_s : Ketebalan lapisan baru koral (m)

C_s : Faktor reduksi

Tegangan Langkah adalah tegangan yang timbul diantara kedua kaki orang yang sedang berdiri diatas tanah switchyard gardu induk yang sedang dialiri arus gangguan hubung singkat ke tanah. Dalam tegangan langkah ini di asumsikan jarak antara kedua kaki manusia yaitu 1 meter dan diameter kaki 8 cm Dan batasan tegangan langkah dirumuskan dengan persamaan [7] Persamaan Tegangan Langkah

$$E_{s50} = [1000 + 6 \rho_s C_s] \frac{0,116}{\sqrt{t_s}} \quad (5)$$

$$E_{s70} = [1000 + 6 \rho_s C_s] \frac{0,157}{\sqrt{t_s}} \quad (6)$$

faktor reduksi C_s antara faktor pantulan K , dan ketebalan lapisan permukaan dengan material koral dirumuskan dengan

$$C_s = 1 - \frac{0,09 \left(1 - \frac{\rho_s}{\rho}\right)}{2h_s + 0,09} \quad (7)$$

Dimana:

E_{s50} : Batasan tegangan sentuh manusia dengan berat 50 kg (V)

E_{s70} : Batasan tegangan sentuh manusia dengan berat 70 kg (V)

ρ_s : Tahanan jenis permukaan ($\Omega.m$)

ρ : Tahanan jenis tanah ($\Omega.m$)

t_s : Durasi Gangguan (s)

h_s : Ketebalan lapisan permukaan (m)

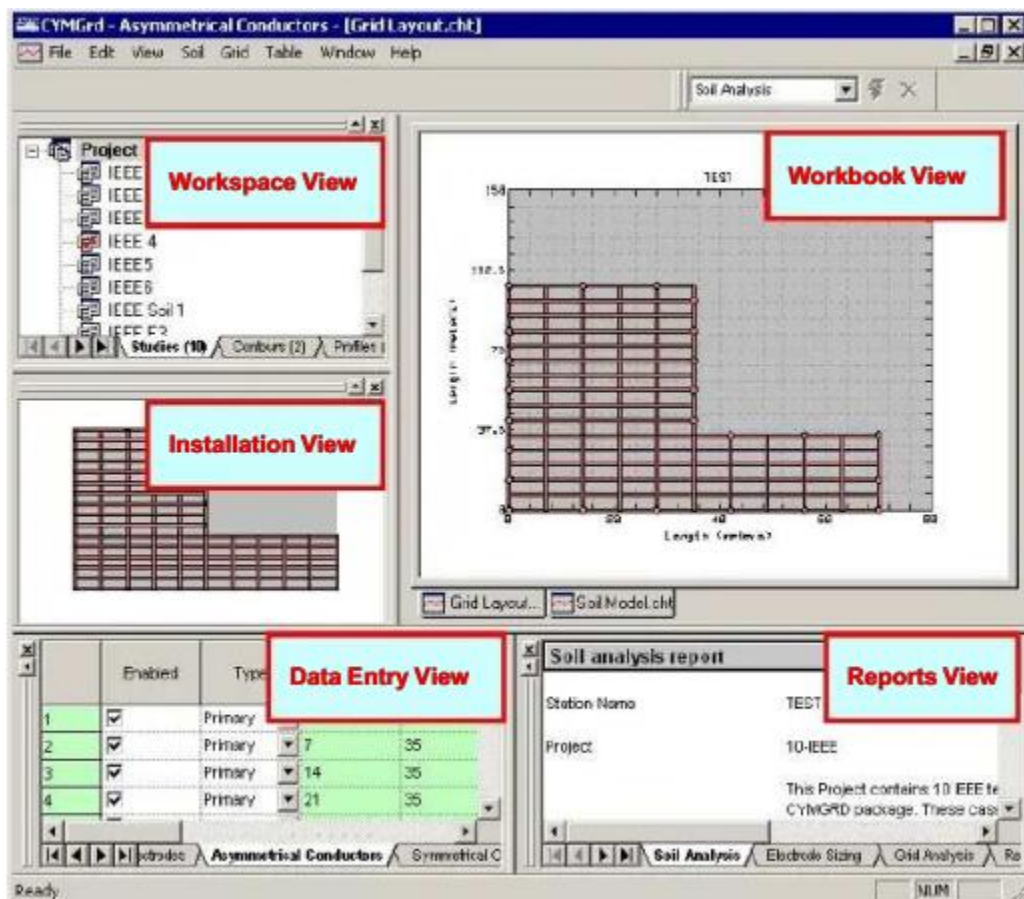
C_s : Faktor reduksi

Untuk mencari panjang efektif mesh (grid) pada sistem pembumian dengan batang elektroda di sudut atau sekelilingnya dirumuskan dengan persamaan

$$L_M = L_C + \left[1,55 + 1,22 \left(\frac{L_r}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}} \right) \right] L_R \quad (8)$$

c. Pengukuran tahanan pembumian Gardu Induk 150 kV Tayan Eksisting

Pengukuran tahanan pembumian di Gardu Induk 150 kV Tayan dilakukan beberapa 7 titik sample pengukuran langsung nilai tahanan pembumian dengan menggunakan alat uji Kyoritsu Kew Earth Model 4200 di 7 titik pembumian bay Gardu Induk 150 kV Tayan menunjukkan hasil uji sampel pengukuran langsung rata rata 0,478. Perancangan Gardu induk 150 KV *ekention* dengan cymgrd. Adalah berbentuk grid yang menggambarkan desain secara keseluruhan gardu indiuk 150KV yang akan diperluas [8]. Antar muka CYMGRD digambarkan pada Gambar 5

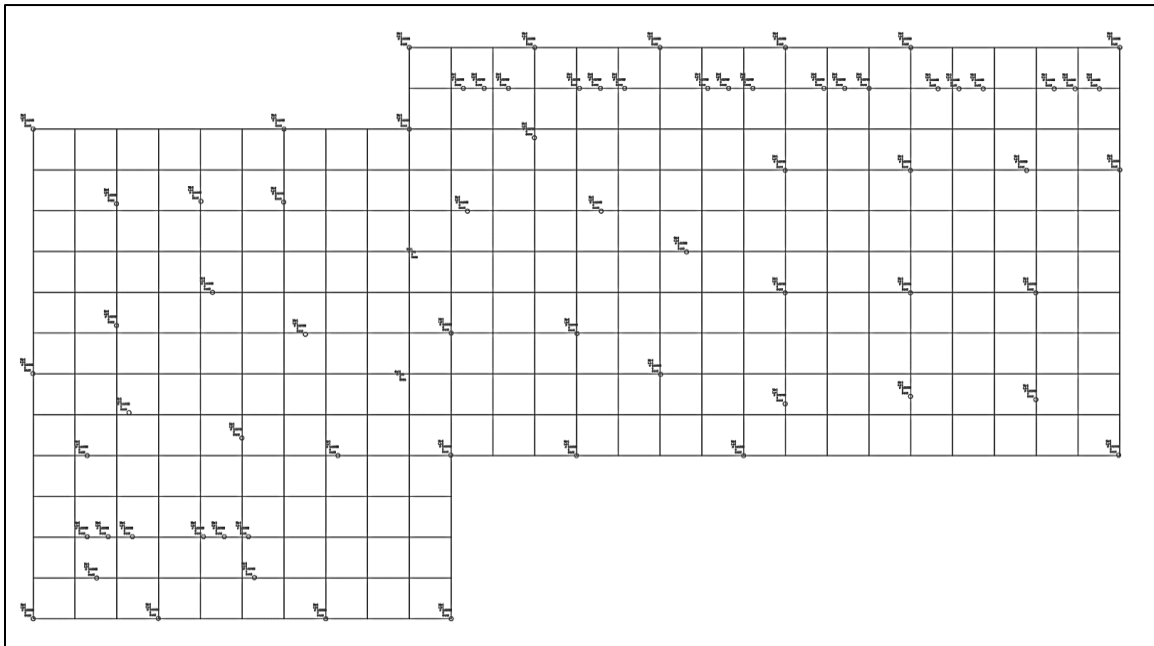


Gambar 5. Antar Muka Software CYMGRD

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

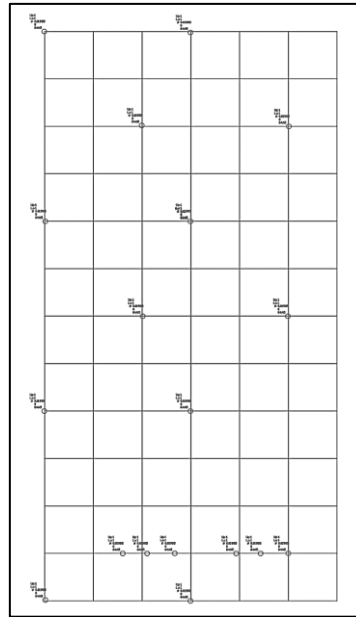
Hasil Pemodelan pengembangan 2 bay gardu induk 150 KV Tayan Kalimantan barat dengan menggunakan Cymgrid menghasilkan model tanah dua lapis, kemudian CYMGRD dalam memplot resistivitas yang diukur dan dihitung pada grafik yang sama untuk

memudahkan verifikasi kualitas model tanah. Tegangan Langkah maksimum yang diijinkan dan tegangan sentuh dihitung sesuai dengan Standar IEEE 80-2000, Menentukan ukuran elektroda arde (konduktor dan / atau batang) minimum yang diperlukan sesuai dengan standar IEEE 80-2000, Menghitung arus yang disebarkan oleh setiap elemen konduktor dalam grid grounding serta plotting: yang menghasilkan representasi visual dari hasil analisis grid pada plot Kontur Potensial dan / atau Profil Potensial. Plot Kontur Potensial dapat digunakan untuk menampilkan tegangan sentuh dan permukaan. Kedua representasi dapat diberi kode warna dalam 2 atau 3 dimensi.



Gambar 6. Pemodelan Extention GI 150 kV Tayan Eksisting

Perancangan nilai tahanan pembumian, arus grid, tegangan langkah dan tegangan sentuh maksimum, serta nilai pembumian adalah berdasarkan hasil *soil resistivity* di area ekstension 2 *Line bay* arah Tayan berdasarkan standar SPLN T.5.012:2020 dan IEEE Std 80-2013 serta menggunakan *software* Cymgrd dengan memodelkan jarak sistem pembumian ekstension yang dihubungkan dengan sistem pembumian eksisting dengan jarak grid 5 m.dengan luasam lahan ekstensi 1800 m² dan jarak kisi-kisi (Grid) yang dirancang adalah 5 meter dengan panjang lebar 30 meter dan panjang 60 meter.,



Gambar 7. Pemodelan Grid untuk Jarak Konduktor 5M

Nilai tahanan pembumian Gardu Induk 150 kV Tayan Ektension dengan menggunakan konfigurasi kisi-kisi jarak antar konduktor 5 m didapat dari fitur grid analysis pada software Cymgrd didapat hasil 0,812 Ohm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai tahanan pembumian pada Gardu Induk 150 kV Tayan Ekstension rancangan tipe 1 nilai $\geq 0,5$ Ohm, dimana nilai tahanan pembumian tersebut melebihi standar PLN yaitu $\geq 0,5$ dan apabila berdasarkan Standar IEEE Std 80-2013 nilai tahanan pembumian tersebut masih sesuai standar dimana nilai tahanan pembumian ≤ 1 Ohm [9].

Hasil Nilai maksimum tegangan sentuh dan tegangan Langkah untuk Gardu Induk 150 kV Tayan Ekstension dengan menggunakan persamaan (3) dan (5) didapatkan hasil yang diperlihatkan pada Tabel 1

Tabel 1. Tegangan Sentuh dan Tegangan Langkah

No	Tegangan	Batasan		Maksimum (Volt)
		Perhitungan (Volt)	Cymgrd (Volt)	
1	Tegangan Sentuh 50 Kg	828,81	827,09	2149,16
2	Tegangan Langkah 50 Kg	2967,23	2960,37	3140,09

Nilai maksimum tegangan sentuh untuk Gardu Induk 150 kV Tayan ekstension tipe 1 sebesar 2149,16 Volt dimana nilai tersebut melebihi batasan toleransi yaitu sebesar 828,81 Volt dan Nilai tegangan Langkah sebesar 1507,90 Volt dimana nilai tersebut masih dalam batasan toleransi yaitu sebesar 2967,23 Volt yang berarti bahwa batas aman nilai pembumian untuk menetralkan tegangan pada berat operator gardu induk adalah 827 Volt dan tegangan makmimalnya adalah 2149 Volt. Untuk tegangan sentuh pada tegangan langkah dengan berat badan manusia 50 Kg dengan interval langkah manusia dengan jarak 0.5 m dengan kondisi berjalan tiap area bay dengan jarak kisaran 30m menggunakan CYMGRD dengan hasil pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Simulasi Tegangan Sentuh dan Langkah dari GI 150 kV Eksisting dengan Hasil Perancangan Ekstensi

No.	Area Simulasi	GI 150 kV Tayan Eksisting		GI 150 kV Tayan + Ekstension Grid 5M	
		Tegangan Langkah (Volt)	Tegangan Sentuh (Volt)	Tegangan Langkah (Volt)	Tegangan Sentuh (Volt)
1	Bay Trafo 2	204,29	524,932	113,27	283,23
2	Bay Trafo 1	203,34	515,822	128,67	334,79
3	Bay Coupler	133,512	400,122	101,29	320,35
4	Bay Line 1 Siantan	296,55	529,002	164,25	467,14
5	Bay Line 2 Siantan	276,74	478,842	268,41	438,77
6	Bay Line 1 Ngabang	289,782	511,372	231,74	488,32
7	Bay Line 2 Ngabang	280,682	575,132	232,06	570,2
8	Bay Line 1 Sanggau	271,882	596,692	220,82	579,32
9	Bay Line 2 Sanggau	282,122	732,732	208	610,02

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat dari tabel 2 perbandingan nilai sistem pembumian Gardu Induk 150 kV Tayan Eksisting dan dengan penambahan 2 Line bay Ekstension, tipe perencanaan yang ideal untuk sistem pembumian ekstension 2 line bay adalah desain sistem pembumian dengan menggunakan dengan jarak antar kisi-kisi (grid) 5 meter dengan memperhatikan efisiensi penggunaan konduktor pembumian. Yang diperlihatkan pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil Perancangan Sistem Pembumian GI 150 kV Tayan

No	Nilai	Batasan	Eksisting	Eksisitng + Grid 5 Meter
1	Tahanan Pembumian (Ω)	$\leq 0,5 \Omega$	0,456	0,404
2	Tegangan Sentuh (V)	828,81 V	774,01	650,82
3	Tegangan Langkah (V)	2967,23 V	615,09	527,08
4	Jumlah Konduktor (Lc) (m)	-	3020	3770
5	Penambahan Jumlah Konduktor (m)	-	-	750

Perencanaan sistem pembumian ekstension dengan jarak kisi-kisi (Grid) 5 meter yang dihubungkan dengan sistem pembumian eksisting, nilai sistem pembumian pada gardu induk 150 kV Tayan masih sesuai dengan standar SPLN dan dibawah batasan maksimum yang diizinkan baik tegangan sentuh maupun tegangan langka. Adanya penambahan sistem pembumian untuk ekstension 2 line bay arah sandai memberikan pengaruh yang baik terhadap nilai sistem pembumian pada Gardu Induk 150 kV Tayan yaitu terjadi penurunan nilai tahanan pembumian sebesar 11,40% dari nilai 0,456 Ohm menjadi 0,404 Ohm, untuk tegangan sentuh dengan batasan yang diizinkan 828,81 V terjadi penurunan sebesar 11,93% dari nilai tegangan sentuh maksimum 774,01 Volt menjadi 650,82 Volt dan untuk tegangan langkah dangn batasan tegangan langkah 2967,23 V terjadi penurunan tegangan langkah maksimum dari 615,09 Volt menjadi 527,08 V.

4. Kesimpulan

Kondisi Sistem pembumian gardu induk 150 kV Tayan eksisting rata-rata 0,478 Ohm dan berdasarkan, nilai tegangan sentuh maksimum pada sistem pembumian eksisting sebesar 774,01 Volt dari batasan maksimum sebesar 828,81 Volt dan Nilai tegangan langkah sebesar 615,09 Volt dari batasan maksimum sebesar 2967,23 Volt.

Perencanaan sistem pembumian pada ekstension 2 line bay pada gardu induk tayan yang ideal adalah dengan menggunakan desain panjang grid 5meter dengan luasan 1800 m² dengan jarak kisi-kisi (Grid) 5 meter, dimana sistem pembumian ekstension dihubungkan dengan sistem pembumian eksisting. Kondisi Sistem pembumian gardu induk 150 kV Tayan dengan penambahan jumlah konduktor untuk membentuk grid adalah 3770 konduktor

Dengan adanya penambah perencanaan ekstension 2 line bay, sistem pembumian Gardu Induk 150 kV Tayan terjadi penurunan nilai tahanan dan tegangan sentuh dengan batasan yang diizinkan untuk tegangan langkah. Penambahan sistem pembumian ekstension 2 line bay menjadi lebih baik dan lebih aman baik terhadap sistem, peralatan dan manusia/operator.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PLN (Persero) area Kalimantan Barat Khususnya kepada Manager dan Operator Gardu Induk 150 KV Tayan yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penelitian dan atau penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PLN, "Kajian proyek Pembangunan Transmisi 150 KV Tayan- Sandai dan GI 150/20 KV Sandai Kapasitas 30 MVA," PLN (Persero) Kalimantan Barat, Pontianak, 2021.
- [2] Y. Rizal, I. S. Hernanda and Wahyudi, "Analisis Sistem Kinerja Pentanahan PT PLN (Persero) Gardu Induk 150 KV Ngimbang-Lamongan Dengan Metode Infinite Element Method (FEM)," JURNAL TEKNIK POMITS, pp. 1-6, 2014.
- [3] M. Suropto and g. Kiswantono, "Evaluasi Perencanaan Sistem Pentanahan Gardu Induk 150 kV Jabon Dengan Simulasi Software CYMGRD," Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol Power Sistem & Komputer, pp. 137-148, 2021.
- [4] N. Jose, "Design of Earth Grid for a 33/11kV GIS Substation at a High Soil Resistivity Site using CYMGRD Software," International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), pp. 1151-1155, 2014.
- [5] H. Hendrik, H. Tumaliang and G. M. C. Mangindaan, "Analysis Of The Effect Of Soil Structure On Grounding Impedance," Jurnal Teknik Elektro dan Komputer vol.12no.1 January–April2023,, pp. 35-42, 2023.
- [6] W. Zarniadi and E. Ervianto, "ANALISA TEGANGAN SENTUH DAN TEGANGAN LANGKAH DI GARDU INDUK 150 KV BATU BESAR MENGGUNAKAN SISTEM GRID," JOM FTEKNIK, pp. 1-6, 2019.
- [7] S. C. IEEE, Standard 20-2013 Guide for Safety in Ac Substationgrounding, Newyork: Institute of Electrical and Electronic, 2013.
- [8] Nithiyanathan and Elavenil, "CYMGRID Based Effective Earthing Design Model for Substation," International Journal of Computer Applications in Engineering Sciences, p. 346, 2011.
- [9] J. Liu, R. D. Southey and F. P. Dawalibi, "Application of Advanced Grounding Design Techniques to Plant Grounding Systems," IEEE/PES Transmission and Distribution Conference & Exhibition, pp. 1-6, 2005.